

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Satoshi ISHII et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed:

Examiner:

For: PULSE RADAR APPARATUS

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-351287

Filed: October 9, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 3/26/04

By: Richard A. Gollhofer  
Richard A. Gollhofer  
Registration No. 31,106

1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: October 9, 2003

Application Number: Patent Application  
No. 2003-351287  
[ST.10/C]: [JP2003-351287]

Applicant(s) : FUJITSU LIMITED

December 22, 2003

Commissioner,  
JAPAN Patent Office      Yasuo IMAI

Certificate No. P2003-3106433

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年 1 0 月    9 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 3 5 1 2 8 7  
Application Number:

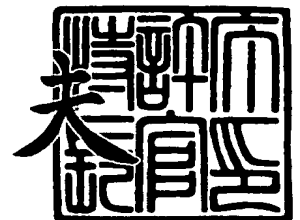
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 3 5 1 2 8 7 ]

出      願      人                      富 士 通 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 2 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 6 4 3 3

【書類名】 特許願  
【整理番号】 0351972  
【提出日】 平成15年10月 9日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G01S 13/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社  
                                内  
    【氏名】 石井 聡  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社  
                                内  
    【氏名】 洞井 義和  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社  
                                内  
    【氏名】 八塚 弘之  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社  
                                内  
    【氏名】 関 哲生  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005223  
    【氏名又は名称】 富士通株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100074099  
    【住所又は居所】 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 大菅 義之  
    【電話番号】 03-3238-0031  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100067987  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区北寺尾7-25-28-503  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 久木元 彰  
    【電話番号】 045-573-3683  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 012542  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9705047

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

パルス信号を送信してターゲットを検出するレーダ装置において、  
送信パルス作成の基となる第 1 の信号を生成する第 1 の信号生成手段と、  
第 1 の信号の周波数と倍数、または約数の関係にある周波数を持ち、位相角が 0 の時点が少なくとも間欠的に一致する第 2 の信号を生成する第 2 の信号生成手段と、  
第 2 の信号を遅延させて制御パルス信号を生成する制御パルス生成手段と、  
該制御パルス信号を用いて、受信信号に対するゲート動作を行なうゲート手段とを備えることを特徴とするパルスレーダ装置。

**【請求項 2】**

前記ゲート手段の出力を検波する検波手段と、  
前記制御パルス生成手段が前記遅延の量を変化させる時、該検波手段の出力を用いてターゲットまでの距離を算出する距離算出手段とを更に備えることを特徴とする請求項 1 記載のパルスレーダ装置。

**【請求項 3】**

パルス信号を送信してターゲットを検出するレーダ装置において、  
送信パルス作成の基となる信号を遅延させる信号遅延手段と、  
該遅延した信号を用いて、制御パルス信号を生成する制御パルス生成手段と、  
該制御パルス信号を用いて、受信信号に対するゲート動作を行なうゲート手段と、  
該ゲート手段の出力に基づいて、該信号遅延手段の出力を用いて、該遅延の時間に対応する距離にあるターゲットからの反射信号を検出する反射信号検出手段とを備えることを特徴とするパルスレーダ装置。

**【請求項 4】**

パルス信号を送信してターゲットを検出するレーダ装置において、  
送信パルス作成の基となる第 1 の信号を生成する第 1 の信号生成手段と、  
該第 1 の信号の周波数と倍数、または約数の関係にある周波数を持ち、位相角が 0 の時点が少なくとも間欠的に一致する第 2 の信号を生成する第 2 の信号生成手段と、  
該第 2 の信号を遅延させて制御パルス信号を生成する制御パルス生成手段と、  
該制御パルス信号を用いて受信信号に対するゲート動作を行なうゲート手段と、  
前記第 1 の信号を、前記制御パルス生成手段による第 2 の信号の遅延量に合わせて遅延させる信号遅延手段と、  
前記ゲート手段の出力に基づいて、該信号遅延手段の出力を用いて該遅延の時間に対応する距離にあるターゲットからの反射信号を検出する反射信号検出手段とを備えることを特徴とするパルスレーダ装置。

**【請求項 5】**

パルス信号を送信してターゲットを検出するレーダ装置において、  
送信パルス作成の基となる信号から生成されたパルス信号と、周波数変調された連続波とを用いて、送信パルス信号を出力するパルス送信手段と、  
該送信パルス作成の基となる信号を遅延させて制御パルス信号を生成する制御パルス生成手段と、  
該制御パルス信号を用いて受信信号に対するゲート動作を行なうゲート手段と、  
該制御パルス生成手段による信号遅延量に対応して、前記周波数変調における周波数変調幅、および／または変調の繰返し周波数を制御する変調制御手段とを備えることを特徴とするパルスレーダ装置。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】パルスレーダ装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電波を発射してその反射波を受信することにより、ターゲットを検出するレーダの方式に係わり、更に詳しくは高周波の送信電波を、一般に等しい間隔に区切ってパルス状にして発射するパルスレーダであって、近距離計測に用いることができ、分解能の高いパルスレーダ装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

現在レーダとして用いられているものは、ほとんどがパルスレーダである。パルスレーダは一般に距離の遠いターゲットを検出し、ターゲットまでの距離を測定することができる。このようなパルスレーダで用いられる様々な信号処理技術は、次の非特許文献1に記載されている。

【非特許文献1】関根松夫 レーダ信号処理技術 電子情報通信学会

## 【0003】

また比較的近距离にあるターゲットを検出するための従来技術としては、次の非特許文献2、特許文献1、2がある。非特許文献2では正弦波信号によって振幅変調された9.5GHz帯のマイクロ波を用いて、距離125m以内の移動物体の距離と速度を測定する方法が提案されている。

## 【0004】

特許文献1では、マイクロ波帯微弱無線を利用したデータ通信、センサ、計測器などの用途に適する小型、低コスト、低消費電力のマイクロ波帯パルス送受信機が開示されている。この文献でも本発明の実施例と同様にゲートが用いられているが、これは発振の抑制用であり、本発明とはその使用目的を異にしている。

## 【0005】

特許文献2では、簡易な免許申請で使用が許可され、電波障害の心配なしに屋外使用も可能となり、屋外での非接触距離計測による各種の応用が期待される高分解能近距離レーダが開示されている。

【非特許文献2】森上、中司，“近距離移動物体の距離・速度測定の一方法”電子情報通信学会総合大会 '00 B-2-2 P. 215

【特許文献1】特開2001-116822号公報 「マイクロ波帯パルス送受信機」

【特許文献2】特開2000-241535号公報 「近距離レーダ装置」

## 【0006】

前述のように、従来のパルスレーダはターゲットまでの距離が数十メートル以上と、比較的長距離において用いられてきた。パルスレーダを近距離の計測に用いるためには鋭いパルスにする必要があり、使用周波数帯域が広くなり、装置に用いるべき素子の帯域も広くなる必要があり、その実現は困難であった。

## 【0007】

図33、図34はこのパルスレーダにおける帯域の説明図である。図33は一般のAM、FM信号などの使用帯域の説明図である。AM、FM信号においては、その使用帯域は搬送波の周波数を中心として狭い帯域に限定されており、このためノイズの影響を少なくおさえることができる。

## 【0008】

図34はパルスレーダの帯域の説明図である。パルスレーダのパルスはその幅が狭い程、使用帯域が広くなり、信号電力Sは同じでも帯域総合の雑音電力Nが大きくなり、S/N（信号対雑音比）が悪化し、ノイズの影響を受けやすくなる。特に1GHz以上ではS/Nが悪化し、いろいろな問題点が発生する。S/Nをおさえるためにパルスの幅を広げると帯域は狭くなり雑音Nは小さくなるが、検知可能な対象物までの最小距離が大きくな

る。

#### 【0009】

以上に述べたようなパルスレーダの従来技術によって、検知の近距離限界を15cm程度にするには、パルスの幅を1ns程度にする必要がある。このためには約1GHzの帯域幅が必要となり、雑音の帯域幅も1GHzと極端に広く、S/Nが非常に悪くなり、ターゲットの検知が非常に難しくなる。

#### 【0010】

更にパルス幅として約1nsや、周波数帯域幅が約1GHzの信号を扱うために、DSPなどの汎用のデジタルLSIを使うことができず、特別に高速用に開発された半導体により回路を構成する必要があり、非常にコストが高く、また特性のバラツキのために大量生産が難しいという問題点があった。

#### 【0011】

更に異なる問題点として、従来技術においては反射波、すなわち受信波に対してI-Q検波を行い、基準の正弦波に対応してI（同期）成分、およびQ（直交）成分をそれぞれ求め、I成分およびQ成分のそれぞれについてA/D変換を行い、その結果に対してプロセッサを用いて信号処理を行なうという方法が一般的に用いられているが、この方式では2系統のA/D変換器とフィルタとが必要となり、コスト高になるという問題点があった。

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0012】

本発明の課題は、上述の問題点に鑑み、第1に距離検知限界が短く、距離分解能の高いパルスレーダ装置を、特別に開発された半導体を用いることなく、提供することである。

第2の課題は、例えばターゲットからの反射信号を検出する回路自体からノイズが発生しても、そのようなノイズの影響を受けることなく、S/N（信号対雑音比）を向上させてパルスレーダ装置の検出精度を向上させることである。

#### 【0013】

第3の課題は、2系統のA/D変換器とフィルタとを必要とするI-Q検波器を使用しないことによって、コストの低いパルスレーダ装置を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0014】

図1は本発明のパルスレーダ装置の原理構成ブロック図である。同図は、後述する本発明の実施例1としてのパルスレーダ装置の原理構成ブロック図であり、パルスレーダ装置1は第1の信号生成手段2、第2の信号生成手段3、制御パルス生成手段4、およびゲート手段5を少なくとも備える。

#### 【0015】

第1の信号制御手段2は送信パルス作成の基となる第1の信号を生成するものであり、第2の信号生成手段3は第1の信号の周波数と倍数、または約数の関係にある周波数を持ち、位相角が0の時点が少なくとも間欠的に第1の信号と一致する第2の信号を出力するものである。

#### 【0016】

制御パルス生成手段4は、第2の信号生成手段3、例えば矩形波発振器の出力を遅延させた信号を用い微分して制御パルス信号を生成するものであり、ゲート手段5は生成された制御パルス信号を用いて受信信号に対するゲート動作を行なうものである。

#### 【0017】

発明の実施の形態においては、前述の第1の信号に基づいてゲート手段5の出力を検波する検波手段6と、制御パルス生成手段4が前述の遅延量を変化させる時、検波手段6の出力を用いて受信信号の振幅に相当する成分が極大となる遅延量に対応させて、ターゲットまでの距離を算出する距離算出手段7とを更に備えることもでき、あるいは検波手段6と、制御パルス生成手段4が遅延量を変化させる時、第1の信号と受信信号との位相差に

対応させて、ターゲットまでの距離を算出する距離算出手段7とを更に備えることもできる。

【0018】

また実施の形態においては、前述の第1の信号からパルスを生成し、該パルスのスペクトル範囲を帯域制限して、送信パルス生成用変調信号を生成する変調信号生成手段を更に備えることもできる。

【0019】

本発明のパルスレーダ装置は、送信パルス作成の基となる信号を遅延させる信号遅延手段と、該遅延した信号を用いて制御パルス信号を生成する制御パルス生成手段と、該制御パルス信号を用いて受信信号に対するゲート動作を行なうゲート手段と、該ゲート手段の出力に基づいて、信号遅延手段の出力を用いて該遅延の時間に対応する距離にあるターゲットからの反射信号を検出する反射信号検出手段とを備える。

【0020】

発明の実施の形態においては、信号遅延手段が前記基となる信号の遅延量を変化させる時、反射信号検出手段の出力を用いて、受信信号の振幅に相当する成分が極大となる遅延量に対応させてターゲットまでの距離を算出する距離算出手段を更に備えることもできる。

【0021】

本発明のパルスレーダ装置は、図1で説明した第1の信号生成手段2、第2の信号生成手段3、制御パルス生成手段4、ゲート手段5に加えて、前述の第1の信号を、制御パルス生成手段4による第2の信号の遅延量に合わせて遅延させる信号遅延手段と、ゲート手段5の出力に基づいて、信号遅延手段の出力を用いて該遅延の時間に対応する距離にあるターゲットからの反射信号を検出する反射信号検出手段とを備える。

【0022】

発明の実施の形態においては、前述のように受信信号の振幅に相当する成分が極大となる遅延量に対応させてターゲットまでの距離を算出する距離算出手段を更に備えることもできる。

【0023】

本発明のパルスレーダ装置は、送信パルス作成の基となる信号から生成されたパルス信号と、周波数変調された連続波とを用いて送信パルス信号を出力するパルス送信手段と、該基となる信号を遅延させて制御パルス信号を生成する制御パルス生成手段と、該制御パルス信号を用いて受信信号に対するゲート動作を行なうゲート手段と、該制御パルス生成手段による信号遅延量に対応して、前記周波数変調における周波数変調幅、および／または変調の繰返し周波数を制御する変調制御手段とを備える。

【0024】

実施の形態においては、前述のように前記基となる信号に基づいてゲート手段の出力を検波する検波手段と、制御パルス生成手段が遅延量を変化させる時、受信信号の振幅に相当する成分が極大となる遅延量、または前記基となる受信信号との位相差のいずれかに対応させて、ターゲットまでの距離を算出する距離算出手段とを備えることもでき、更に前述と同様の変調信号生成手段を備えることもできる。

【0025】

以上のように本発明によれば、例えば受信信号に対するゲート動作を制御するための制御パルスの基準となる第2の信号と、送信パルス作成の基となる第1の信号とで、異なる周波数、例えば分周や倍周の関係にある周波数が用いられ、ゲート動作によってノイズが発生しても、周波数の異なる受信信号の処理においてその影響を除外することが可能となる。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、第1に送信パルス作成の基となる信号を遅延させ、受信信号に対するゲート動作を行なうことによって、正確な近距離計測を行なうことができ、またAM信号



を用いて狭帯域フィルタでのカットを行なうことによって、雑音帯域が制限されたレーダ装置を提供することができる。

#### 【0027】

第2に送信パルス作成の基となる信号と、受信信号に対するゲート動作の基準となる信号の周波数を変えることにより、ゲート動作によって発生するノイズの影響を除外でき、またFM変調信号を用いるパルスレーダ装置でも、ターゲットまでの距離に無関係にビート信号の1～数周期程度のデータが取得でき、S/Nが改善され、ターゲットの検出精度を向上させることができる。

#### 【0028】

第3にゲート回路の出力信号と、その後段のミキサに入力させるローカル信号との位相差を0とすることによって、I-Q検波の場合に2系統必要であったA/D変換器とフィルタが1系統ですむことになり、コスト低下と信号処理の容易化を実現することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0029】

以下本発明の実施の形態について図面を用いて説明するが、本発明のパルスレーダ装置の実施例1から実施例4の説明の前に、これらの実施例の基礎となるパルスレーダ装置、すなわち搬送波としての正弦波信号（連続波）に対して振幅変調を行なうASK（アンプリチュード・シフト・キーイング）方式を基本とするパルスレーダ装置の概要について説明する。

#### 【0030】

図2は、このように本発明の実施例の基礎となるASK方式のパルスレーダ装置の構成ブロック図である。この装置の動作について図3～図14に示す各部の波形などを用いて説明する。まず図2の矩形波発振器11は、図3に示すような矩形波を発振する。この矩形波のデューティ比は例えば50%、周波数は10MHzとする。

#### 【0031】

パルス生成回路および帯域制限部12は、矩形波発振器11の発生した矩形波の、例えば立ち上がり同期して、周波数が同じでデューティ比の小さい、すなわち図4(a)に示すような幅の狭いパルスを生成すると共に、同図(b)に示すように、法規に合致するように帯域制限を行う。

#### 【0032】

(a)のパルスの幅は基本的にはパルスレーダに要求される距離分解能によって決定される。この要求分解能（最小距離）をa、パルス幅をpWとすると、電波の往復距離は $2 \times a$ となり、光の速度をcとするとパルス幅pWは次式によって与えられる。

#### 【0033】

$$pW = 2 \times a / c \quad (1)$$

例えばa=0.3mとすると、pWは2nsとなる。

例えば国内向けの車載レーダでは76GHz付近の帯域が使用される。法規では76～77GHz帯では1チャンネルあたり500MHzを専有することができる。パルス幅が2nsの場合には、メインローブの幅は500MHzであるが、サイドローブはそれ以上であり、減衰させる必要がある。したがって、帯域を制限する必要がある。

#### 【0034】

図2のプログラマブルディレイライン13は、矩形波発振器11の発生する矩形波を、コンピュータからの信号、例えば0～100nsの範囲で1ns毎にシフト可能な信号に対応して、図5に示すように遅延させるものである。この遅延範囲およびシフト量は要求によって異なる。また遅延シフトの方向も要求によって異なる。例えばどこに何があるか分からない場合には遅延時間をスイープする必要があるが、あらかじめその位置が検出されているような自動車をトラッキングする場合には、その距離に対応した遅延時間の近傍のみを探索すればよく、要求の内容に応じて遅延量を制御することができる。

#### 【0035】

パルス生成回路 14 は、プログラマブルディレイライン 13 によって遅延させられた、例えば 10 MHz、デューティ比 50% の矩形波に対応して、同一の周波数でデューティ比が小さく、立ち上がりが一様となるようなパルスを作成するものである。このパルスは、図 6 に示されるように、パルス生成回路および帯域制限部 12 の出力に対してプログラマブルディレイライン 13 による遅延時間分だけ遅れたパルスとなる。

#### 【0036】

連続波発振器 15 の出力を図 7 に示す。この連続波は (a) に示されるような正弦波であり、その周波数は (b) に示すように単一成分のみである。

この連続波発振器 15 の出力は、パルス生成回路および帯域制限部 12 の出力するパルスを用いて、振幅変調器 16 によって振幅変調される。その出力をイメージ的に図 8 に示す。

#### 【0037】

図 8 (a) は振幅変調器 16 の出力であり、図 4 (a) の波形としてのパルスが HIGH の間だけ図 7 の連続波が出力されるようなイメージである。(b) はこの出力の周波数領域波形であり、連続波の周波数を中心として制限された帯域幅を持っている。

#### 【0038】

振幅変調器 16 の出力は、送信アンテナ 17 によってレーダによる検出対象物側に送られ、ここでは 2 台の車両のそれぞれから反射されて、パルスレーダ装置の受信アンテナ 18 によって受信される。

#### 【0039】

図 9 (a) はこの受信アンテナ 18 への入力波形を示し、これらのうち、振幅の小さい波形は手前にある小さな車両からの、また振幅の大きい波形はそれよりも遠くにある大きい車両からの反射波を示している。

#### 【0040】

受信アンテナ 18 によって受信された受信パルスは、検波器 19 によって包絡線検波される。図 9 (b) はこの検波器 19 の出力波形の説明図である。同図に示すように、受信アンテナ 18 によって受信された車両 2 台からの反射信号は、包絡線検波されることによって、下に示すような振幅の異なる 2 組のパルスとして出力される。なお出力のパルスの間隔は、受信アンテナ 18 によって受信された信号の間隔よりも広く描かれている。

#### 【0041】

検波器 19 の出力は、増幅器 20 によって増幅された後、ゲート回路 21 に与えられる。ゲート回路 21 にはパルス生成回路 14 の出力、すなわち図 6 で説明した、プログラマブルディレイライン 13 によって遅延させられたパルスが入力され、ゲート回路 21 はこのパルス生成回路 14 の出力を制御信号として用いて、増幅器 20 の出力に対するゲート動作を実行する。

#### 【0042】

このゲート動作によって、送信パルスの幅が小さく、雑音の影響が大きい場合にも、対応する受信パルス以外の部分をカットして、ターゲットを正しく検出することが可能となる。

#### 【0043】

図 10 はこのゲート回路 21 の動作の説明図である。同図 (a) ではゲート回路 21 への入力としての増幅器 20 の出力を示す実線の波形と、制御のためのゲート信号としてのパルス生成回路 14 の出力を示す点線の波形が描かれており、(b) はゲート回路 21 の出力を示す。

#### 【0044】

1) ではゲート信号の遅延量が小さく、ゲートパルスは入力パルスのいずれにも時間的に一致せず、ゲート回路 21 の出力は基本的に 0 となる。2) ではゲート信号のパルスと図 2 で近い車両 (前車) から反射された波形に相当するパルスとの時刻  $t_1$  が一致し、出力としてこのパルスが得られる。3) では遅延量が中間的であり、1) と同様に出力は 0 となる。4) では遅延量  $t_2$  が遠くの車両 (後車) から反射されたパルスの時刻と一致し、このパル

スが出力される。

#### 【0045】

図11はローパスフィルタ22への入力と出力の説明図である。このフィルタは矩形波発振器11の出力の基本波としての10MHz以下の周波数成分を通過させるものであり、図10の1)と3)に対応する出力は基本的に零となり、2)と4)に対応する出力は正弦波となるが、その正弦波の振幅と位相は入力パルスの大きさと位置に対応する。

#### 【0046】

ローパスフィルタ22の出力はI-Q検波器23に与えられる。I-Q検波器23には、ローパスフィルタ24を経由して矩形波発振器11の出力も入力される。前述のように、これらの2つのローパスフィルタ22、24は矩形波発振器11の出力としての基本波、すなわち10MHzを通過させるためのものであり、I-Q検波器23はローパスフィルタ24の出力、すなわち矩形波発振器11の出力の基本波としての正弦波を基準として、ローパスフィルタ22の出力に対するI-Q検波を行い、I（同期）成分、およびQ（直交）成分をそれぞれ出力する。

#### 【0047】

図12はこのI-Q検波器23の動作の説明図である。同図において、1番上の波形はローパスフィルタ24の出力、すなわち基準となる波形である。1)は図11の1)に対応し、ローパスフィルタ22の出力が0のため、I、Qの出力も0となる。2)は前述の近い車両からの反射波に対応する出力であり、I、Q信号の基準信号に対する位相差 $\theta_1$ は近い車両との距離に対応し、振幅は反射波の受信強度に対応する。

#### 【0048】

3)は遅延量が中間的な場合に対応し、I、Qの出力も0となる。4)は遠い車両からの反射波に対応し、I、Qの出力の基準信号との位相差 $\theta_2$ は遠い車両との距離に対応し、振幅は反射波の受信強度に対応するため、2)よりも大きくなる。

#### 【0049】

本実施形態ではI-Q検波器の出力としてのI成分、およびQ成分を用いて対象物との距離を求めるために、2種類の方法を使用する。この距離算出は、2つのローパスフィルタ25、26を介したI-Q検波器23の出力としてのI成分、およびQ成分を用いて、A/D変換器、およびマイクロコンピュータ（MC）27によって実行される。ここで2つのローパスフィルタ25、26は、A/D変換器の前に挿入される、一般的にサンプリング周波数の半分に対応するローパスフィルタである。

#### 【0050】

対象物までの距離を求める第1の方法においては、ローパスフィルタ25、26の出力としてのI、Q成分から振幅に相当する $(I^2 + Q^2)$ の値を求める。図2のプログラマブルディレイライン13による遅延時間を変化させることによって、この $(I^2 + Q^2)$ の値が極大なる時点をもって、電波が対象物から反射されて戻るまでの時間とし、その時間から対象物までの距離が求められる。この第1の方法は、例えばパルス幅が短く、信号電力が小さい場合に使用される。

#### 【0051】

図13はこの遅延時間と振幅の関係の説明図である。同図において、図2で説明した近い車両までの電波の往復時間に相当する $t_1$ と、大きい車両との間で電波が往復する時間 $t_2$ において振幅が極大となっている。

#### 【0052】

対象物までの距離を求める第2の方法では、I成分、およびQ成分から求められる位相差、すなわち図12で説明した位相差 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ を利用して対象物までの距離が求められる。この第2の方法は、例えば信号電力が比較的大きい場合に用いられる。

#### 【0053】

I、Q成分、矩形波発振器11の出力に対すると同一の送信パルスの繰り返し周期T（100ns）、および光の速度cを用いて、位相差 $\theta$ 、遅れ時間 $\tau$ 、および対象物までの距離Dは次式によって与えられる。

## 【0054】

$$\theta = \tan^{-1} (Q/I) \quad (2)$$

$$\tau = \theta T / 2\pi \quad (3)$$

$$D = \tau \times c / 2 = \theta T c / 4\pi \quad (4)$$

図14は、図13と同様にプログラマブルディレイライン13による遅延時間と位相差の関係を示す。遅延時間  $t_1$  および  $t_2$  は、図12で説明した位相差  $\theta_1$  および  $\theta_2$  に対応する。

## 【0055】

ここでは対象物までの距離を求めるために、I-Q検波器の出力するI、Q成分をデジタル化した後に、マイクロコンピュータによりソフトウェアで処理を行うものとしたが、アナログ回路を用いることによっても、位相や距離の計算ができることは当然である。前述のように、ローパスフィルタによって10MHz以下の信号となっているため、一般的なLSIなどを使用できる。

## 【0056】

図15は、図2のパルスレーダ装置のゲート回路21によるゲート動作における、ゲート回路のリークなどによるノイズの影響の説明図である。同図においてゲート回路21への入力と出力、ローパスフィルタ(LPF)22の出力波形とその周波数が示されている。また1)~4)の意味は、図10におけると同様である。

## 【0057】

1)において、ゲート回路21への入力とゲートパルスとが一致しない時にも、ゲート回路21のリークなどによる出力、すなわちノイズが出力される。このノイズは、より複雑な波形を持つと考えられるが、ここでは小さなパルスで表現する。ローパスフィルタ22の出力の周波数は、図2の矩形波発振器11の発振周波数としての基本周波数である。

## 【0058】

2)において前の車の反射信号とゲートパルスが一致した場合には、反射信号としてのパルスと、1)で説明したノイズとが重畳されてゲート回路21から出力される。この時、ローパスフィルタ22の出力の周波数は、1)と同様に基本周波数のみである。

## 【0059】

3)においては1)と同様にノイズだけが、4)においては後の車からの反射信号とノイズとが重畳されて、ゲート回路21から出力される。

このようなリークによるノイズの影響を除去することが本発明の目的の1つである。反射信号の大きさが小さくなるとノイズとの区別が不明となり、ターゲットの検出精度が低下する。ノイズの影響除去の1つの方法として、リーク量を蓄積しておき、差分をとる方法も考えられるが、リーク量は温度によってドリフトするため、逆にノイズが多くなってしまうこともあり、本発明では別の方法を用いることにする。

## 【0060】

続いて本発明のパルスレーダ装置の実施例について説明する。図16は実施例1としてのパルスレーダ装置の構成ブロック図である。同図を図2のパルスレーダ装置の構成と比較すると、矩形波発振器11とパルス生成回路および帯域制限部12との間に分周器30が設けられ、ローパスフィルタ24に対応するローパスフィルタ32への入力が矩形波発振器11からでなく、分周器30から与えられる点が基本的に異なっている。なお包絡線検波器19とゲート回路21との間の増幅器20は省略されている。

## 【0061】

またローパスフィルタ31、32が図2におけるローパスフィルタ22、24に対応するが、図2においては2つのローパスフィルタ22、24は矩形波発振器11の発生する矩形波信号の基本周波数を通過させるフィルタであるのに対して、図16の2つのローパスフィルタ31、32は分周器30の発生する矩形波信号の基本周波数を通過させるものである。

## 【0062】

なお本発明の特許請求の範囲の請求項1における第1の信号生成手段は分周器30、第

2の信号生成手段は矩形波発振器11、制御パルス生成手段はプログラマブルディレイライン13とパルス生成回路14、ゲート手段はゲート回路21に相当し、請求項2における検波手段はI-Q検波器23、距離算出手段はA/D変換器およびマイコン27に相当する。

#### 【0063】

図17は実施例1におけるゲート回路21への入力と出力の説明図である。これらの入出力を図15と比較して説明する。図17の1)では、ゲート回路21の出力はそのリーク成分、すなわちノイズだけであるが、その基本周波数は矩形波発振器11の出力信号の基本周波数であり、ここではこれを受信系周波数と呼ぶが、例えばその周波数は10MHzである。

#### 【0064】

これに対して2)でゲートパルスが前の車からの反射信号と一致した時、図15の2)と同様にその反射信号がノイズに重畳されるが、反射信号、すなわち受信信号の周波数は分周器30の基本周波数、例えば5MHzで決定される。ここではこの周波数を送信系周波数と呼ぶ。

#### 【0065】

図18はローパスフィルタ(LPF)31の出力の説明図である。同図に示すように受信系周波数を持つノイズ成分に比べて一般的に送信系周波数を持つ受信信号成分の方が大きくなる。図19はこの2つの成分の重畳、すなわち組み合わせによって得られるゲート回路21の出力波形における組み合わせ成分の説明図である。同図においては、ゲート回路のリークの振幅が受信信号の振幅にかなり近くなっているが、これは組み合わせの効果を強調するものであり、一般的には受信信号の振幅の方がゲート回路のリークよりかなり大きく、組み合わせの信号は例えば図18の4)のようになる。

#### 【0066】

なお、図16においてゲート回路31の後段のローパスフィルタ(LFP)31は分周器30の出力の基本周波数、例えば5MHzを通過させるものとしたが、そのようなフィルタを使用しても一般的に矩形波発振器11の出力の基本周波数としての10MHzの成分はLPF31が一次の場合、例えば6dB程度減衰するだけであり、図18に示すようにLPF31の出力にはリーク成分が残っている。しかしながら、その後段のI-Q検波器23にはローカル信号として、分周器30の出力の基本周波数の信号が与えられているため、I-Q検波器23の出力するI成分、Q成分からはゲート回路のリークによるノイズ成分は高周波となり、LPF31でカットできる。

#### 【0067】

次に図16の実施例1では、分周器30の出力信号の周波数(送信系周波数)を例えば5MHzとし、矩形波発振器の出力周波数(受信系周波数)を10MHzとしているが、この2つの周波数は基本的にはどちらが大きくてもよい。2つの周波数の間に倍数(または約数)の関係があり、分周関係のように位相が0の時点が間欠的に一致すればよい。倍数は奇数でも偶数でもよい。

#### 【0068】

しかしながら受信系の周波数によってターゲットまでの距離の測定範囲が限定されることと、送信パルスを少なくすると受信信号の電力が小さくなるため、ここで使用した送信系5MHz、受信系10MHzの周波数は適切な例である。

#### 【0069】

ただし受信系の周波数を送信系より大きくする場合には、図16のゲート回路21の後段に送信系の周波数を通過させるために、例えばローパスフィルタの代わりに適当なバンドパスフィルタを用いる必要がある。

#### 【0070】

次に本発明のパルスレーダ装置の実施例2について説明する。図2のパルスレーダ装置、および図16の実施例1においては、ゲート回路21の後段のローパスフィルタの後にI-Q検波器が設けられ、ローカル信号を用いてI-Q検波が行なわれている。その結果

、I成分とQ成分とが求められ、その2つの成分のそれぞれに対してローパスフィルタとA/D変換器が用いられて、データ処理が行なわれている。実施例2ではコスト低減の目的で、このローパスフィルタとA/D変換器を1系統に減らすために、I-Q検波器の代わりにミキサを使用する。

#### 【0071】

図16の実施例1（図2でも同様）においては、I-Q検波器23への2つの入力信号の間には図12で説明したように位相差が存在し、I-Q検波の代わりにミキサを使用するとヌルが発生するために、ローパスフィルタとA/D変換器を1系統にすることができなかった。

#### 【0072】

この位相差は、図16においてはプログラマブルディレイライン13の動作によってゲート回路21の出力に遅延が現れるのに対して、ローパスフィルタ32の出力する基準波形は分周器30の出力を遅延させていないことによっている。そこで図20の実施例2では、ミキサ33に与えるローカル信号を出力するローパスフィルタ24への入力をプログラマブルディレイライン13から与えることにより、ゲート回路21の出力とミキサ33に与えられるローカル信号との位相差が0となる。そこでI-Q検波器の代わりにミキサ33を用いることが可能となり、その出力（I成分）に対するローパスフィルタとA/D変換器も1系統ですむことになる。

#### 【0073】

なお請求項3における信号遅延手段はプログラマブルディレイライン13、制御パルス生成手段はパルス生成回路14、反射信号検出手段はミキサ33に相当する。

このように実施例2においてI-Q検波器の代わりにミキサを使用することによって、その後段のローパスフィルタとA/D変換器が1系統ですむために2系統の場合に比べてコストが低減されるというメリットの他に、2系統ある場合のアナログ回路の特性をそろえるための微妙な調整や、マイクロコンピュータによる信号処理も容易になる。例えば受信信号の振幅を求めるためにはI成分とQ成分の2乗和の（1チップマイコンには重い）計算などが必要であったが、I成分のみとなることにより、そのような計算が不要となる。

#### 【0074】

図21は本発明のパルスレーダ装置の実施例3の構成ブロック図である。図20の実施例2においては、実施例1と異なって分周器30が用いられていないために、実施例1で説明したゲート回路21のリークによるノイズの影響を除去することができない。

#### 【0075】

これに対して図21の実施例3では、実施例1と同様に分周器30が使用され、図2と同様に分周器30の基本周波数を通過させるローパスフィルタ31と32が使用され、更にローパスフィルタ32への入力として、分周器30の出力信号に対してプログラマブルディレイライン13による遅延量と同じ遅延をおこさせるプログラマブルディレイライン36の出力が与えられる点が異なっている。これによって、ミキサ33への2つの入力信号としては、図20の実施例2と異なって分周器30の出力信号の基本波成分が与えられて、I成分がミキサ33から出力されることになる。

#### 【0076】

なお請求項4における信号遅延手段はプログラマブルディレイライン36に相当する。

図22～図24は実施例2、および実施例3におけるI-Q検波の動作を、図2のパルスレーダ装置におけるI-Q検波の動作と比較して更に詳しく説明するものである。図22は図2におけるI-Q検波の動作を説明するものであり、ここでは図2のローパスフィルタ22の出力とローパスフィルタ24の出力としてのローカル信号との間に位相差 $\theta$ が存在し、この位相差 $\theta$ のためにI成分とQ成分とが出力される。

#### 【0077】

図23は図20の実施例2におけるミキサ33による検波動作の説明図である。実施例

2においては、ローパスフィルタ22の出力する受信信号と、ローパスフィルタ24の出力としてのローカル信号との位相差 $\theta$ が0となり、このためミキサ33の出力はI成分のみとなる。

#### 【0078】

図24は図21の実施例3におけるミキサ33による検波動作の説明図である。実施例3においては、ローパスフィルタ31の出力波形には前述のようにゲート回路21のリーク成分の一部が含まれているものとし、その出力波形は例えば図18の4)で説明した波形となっている。ローパスフィルタ32の出力としてのローカル信号は、このリーク成分との間で位相が一致し、受信信号とローカル信号との位相差 $\theta$ は $\pi$ となっている。このためミキサ33からはI成分のみが出力される。なお位相差が $\pi$ であることから、ミキサ33の出力のI成分の符号が反転するが、問題となるのは信号の振幅（絶対値）であり、符号反転はその後の動作には影響を与えない。

#### 【0079】

続いて本発明のパルスレーダ装置の実施例4について説明する。この実施例4は、実施例1～実施例3と異なって、連続波発振器の出力信号を周波数変調し、更にその結果からASKパルスを作成して送信するものであり、そのようなパルスレーダ装置の基本構成を図25に示し、またその動作を図26～図29を用いて説明する。

#### 【0080】

図25においては、連続波発振器（電圧制御発振器VCO）15の出力信号は、三角波発生器37の出力する三角波によって周波数変調され、周波数変調された連続波は振幅変調器16によって、図2におけると同様に送信パルスとされて、送信アンテナ17からターゲットに向けて送信される。

#### 【0081】

受信アンテナ18によって受信された受信パルスは、ミキサ38によって連続波発振器15の出力を用いてホモダイン検波され、その結果はゲート回路21に与えられる。その他の部分の動作は基本的に図2におけると同様である。

#### 【0082】

図26、図27は、図25のパルスレーダ装置における周波数変調動作と、ミキサ38の出力として得られるビート信号の周波数の説明図である。図26において送信波（連続波の部分）の周波数 $f$ は、ある周波数 $f_0$ を中心として、 $\Delta f$ の範囲で直線的な上昇と下降とを繰返す。この変調の繰返し周波数は $f_m$ である。

#### 【0083】

前述のように送信波がパルスとして送信され、受信波もパルスとして受信されるために、受信波の周波数は断続的な波形として示されている。受信波は送信波よりある時間、すなわちターゲットとの間の電波の往復時間に相当する時間だけ遅れており、送信波と受信波の間にはある周波数の差 $f_r$ が生ずる。

#### 【0084】

図27はこの周波数の差、すなわちミキサ38の出力としてのビート信号の周波数、すなわちビート周波数を示す。この差の絶対値は、図に示すように周波数の上昇区間と下降区間とにおいてほぼ一定となる。従って受信信号に対する高速フーリエ変換（FFT）を行なうと、受信電力はこの周波数差 $f_r$ に対してピークを持つことになる。なおこの説明は1つのターゲットが静止している場合に対応し、ターゲットが移動している場合の説明は省略する。

#### 【0085】

図28は、図25のパルスレーダ装置におけるゲート回路21の出力波形と、I-Q検波器23による検波動作の説明図である。同図はゲートパルスと反射信号パルスとが一致した状態を示し、ゲート回路21の出力は各ゲートパルスに対応するパルスの系列として与えられる。このパルスの系列は周波数差 $f_r$ に対して、ミキサ38により、連続波発振器15の出力する正弦波が乗算されたものとなる。ローパスフィルタ22によって矩形波発振器11の出力の基本波周波数（10MHz）以下の成分が取り出され、I-Q検波

が行なわれ、ローパスフィルタ 25, 26 により 10 MHz 成分はカットされ、出力として I 成分と Q 成分とが得られる。

#### 【0086】

図 29 は図 25 のパルスレーダ装置におけるターゲットまでの距離のビート周波数への影響の説明図である。図 26 で説明したようにビート周波数  $f_r$  はパルスレーダ装置とターゲットとの間の距離に対応した受信波の送信波からの遅延時間によって決定される。そこでターゲットまでの距離が近い場合には、ビート信号の周波数は低くなり、遠い場合には周波数は高くなる。

#### 【0087】

図 25 のマイクロコンピュータ 27 による信号処理におけるデータ取得範囲を一定とすると、ビート周波数が低い場合にはビート信号の 0 クロスの付近のデータを取得する可能性があり、信号の値が小さくなり、信号処理の精度が低下する。データ取得範囲を広げればよいが、それだけ時間がかかることになる。また距離が遠い場合には、ビート信号の周波数が高く、ローパスフィルタ 25, 26 のカットオフ周波数を下げることができず、その結果ノイズ成分もフィルタを通過し、S/N を低下させる原因となる。

#### 【0088】

図 30 は本発明のパルスレーダ装置の実施例 4 の構成ブロック図である。図 25 のパルスレーダ装置と比較すると、連続波発振器 15 に対して、三角波発生器 37 の出力の代わりに A/D 変換器およびマイコン 27 からの信号、すなわちコンピュータの信号が与えられている点が異なっている。なおコンピュータの信号は連続波発生器 15 だけでなく、プログラマブルディレイライン 13 にも与えられているが、プログラマブルディレイライン 13 に与えられる信号は、矩形波発振器 11 の発生する矩形波の遅延量を決定するものであり、これに対して連続波発振器 15 に与えられる信号は、図 26 で説明した周波数変調の繰返し周波数  $f_m$ 、または変調幅  $\Delta f$  を決定するための信号である。

#### 【0089】

なお請求項 5 におけるパルス送信手段は振幅変調器 16 と送信アンテナ 17 に、変調制御手段は A/D 変換器およびマイコン 27 に相当する。

図 31 はビート周波数  $f_r$  とターゲットまでの距離  $D$  との関係の説明図である。距離  $D$  と、周波数  $f_m$ 、および変調幅  $\Delta f$  の関係は、光の速度を  $c$  として次式で与えられる。この式は、次の非特許文献 3 内の式を一部変更したものである。

#### 【0090】

$$D = c f_r / 4 \Delta f \cdot f_m \quad (5)$$

【非特許文献 3】大久保、藤村、近藤：“60 GHz 帯自動車用ミリ波レーダ” F U J I T S U vol.47, no.4, pp.332-337(07,1995)

#### 【0091】

この式を変形して、ビート信号の周波数  $f_r$  は次式で求められる。

#### 【0092】

【数 1】

$$f_r = \frac{4 \Delta f \cdot f_m D}{c} \quad (6)$$

#### 【0093】

すなわちビート信号の周波数  $f_r$  と距離  $D$  の関係は、 $f_m$  と  $\Delta f$  とを一定とすれば、図 31 のように直線で示される。

ターゲットまでの距離  $D$  は、ゲート回路 21 におけるゲートパルスの遅延量に対応する。従って  $D$  と遅延量（電波の往復時間に相当）との関係を用いることによって、プログラマブルディレイライン 13 によって与えられる遅延量に対応して距離  $D$  が求められ、その値に対応して周波数  $f_m$ 、または変調幅  $\Delta f$  を次式によって決定することにより、ビー



ト信号の周波数  $f_r$  を一定とすることが可能となる。

【0094】  
【数2】

$$f_m = \frac{f_r c}{4 D \Delta f} \quad (7)$$

【0095】  
【数3】

$$\Delta f = \frac{f_r c}{4 D \Delta f_m} \quad (8)$$

【0096】

そこで遅延量の変化と同時に距離  $D$  を変化させ、その変化に対応して周波数変調の繰返し周波数  $f_m$ 、または変調幅  $\Delta f$  を上式に従って変化させることによって距離  $D$  が変わってもビート周波数をほぼ一定に保つことが可能となる。

【0097】

図32はこのように周波数変調の繰返し周波数  $f_m$ 、または変調幅  $\Delta f$  を距離に対応させて変化させた場合の、例えばI出力の時間波形であり、ターゲットまでの距離が近い場合にも遠い場合にも、ある一定のデータ取得範囲において適切なデータ（1～数周期分）の取得が可能となる。またローパスフィルタ25、26のカットオフ周波数を下げることでもある。

【0098】

なお周波数変調の繰返し周波数  $f_m$  と、変調幅  $\Delta f$  とは、そのいずれかを変化してもよく、両方を変化させてもよい。実際にはハードウェア上の制限があり、両方を適切に変化させることが実用的である。

【0099】

（付記1）パルス信号を送信してターゲットを検出するレーダ装置において、送信パルス作成の基となる第1の信号を生成する第1の信号生成手段と、第1の信号の周波数と倍数、または約数の関係にある周波数を持ち、位相角が0の時点が少なくとも間欠的に一致する第2の信号を生成する第2の信号生成手段と、第2の信号を遅延させて制御パルス信号を生成する制御パルス生成手段と、該制御パルス信号を用いて、受信信号に対するゲート動作を行なうゲート手段とを備えることを特徴とするパルスレーダ装置（1）。

【0100】

（付記2）前記ゲート手段の出力を検波する検波手段と、前記制御パルス生成手段が前記遅延の量を変化させる時、該検波手段の出力を用いてターゲットまでの距離を算出する距離算出手段とを更に備えることを特徴とする付記1記載のパルスレーダ装置（2）。

【0101】

（付記3）前記送信パルス作成の基となる信号からパルスを生成し、該パルスのスペクトル範囲を帯域制限して送信パルス生成用変調信号を生成する変調信号生成手段を更に備えることを特徴とする付記1記載のパルスレーダ装置。

【0102】

（付記4）パルス信号を送信してターゲットを検出するレーダ装置において、送信パルス作成の基となる信号を遅延させる信号遅延手段と、

該遅延した信号を用いて、制御パルス信号を生成する制御パルス生成手段と、  
該制御パルス信号を用いて、受信信号に対するゲート動作を行なうゲート手段と、  
該ゲート手段の出力に基づいて、該信号遅延手段の出力を用いて、該遅延の時間に対応する距離にあるターゲットからの反射信号を検出する反射信号検出手段とを備えることを特徴とするパルスレーダ装置（3）。

**【0103】**

（付記5）前記信号遅延手段が前記遅延の量を変化させる時、前記反射信号検出手段の出力を用いてターゲットまでの距離を算出する距離算出手段を更に備えることを特徴とする付記4記載のパルスレーダ装置。

**【0104】**

（付記6）前記送信パルス作成の基となる信号からパルスを生成し、該パルスのスペクトル範囲を帯域制限して送信パルス生成用変調信号を生成する変調信号生成手段を更に備えることを特徴とする付記4記載のパルスレーダ装置。

**【0105】**

（付記7）パルス信号を送信してターゲットを検出するレーダ装置において、  
送信パルス作成の基となる第1の信号を生成する第1の信号生成手段と、  
該第1の信号の周波数と倍数、または約数の関係にある周波数を持ち、位相角が0の時点が少なくとも間欠的に一致する第2の信号を生成する第2の信号生成手段と、  
該第2の信号を遅延させて制御パルス信号を生成する制御パルス生成手段と、  
該制御パルス信号を用いて受信信号に対するゲート動作を行なうゲート手段と、  
前記第1の信号を、前記制御パルス生成手段による第2の信号の遅延量に合わせて遅延させる信号遅延手段と、  
前記ゲート手段の出力に基づいて、該信号遅延手段の出力を用いて該遅延の時間に対応する距離にあるターゲットからの反射信号を検出する反射信号検出手段とを備えることを特徴とするパルスレーダ装置（4）。

**【0106】**

（付記8）前記制御パルス生成手段が前記遅延の量を変化させる時、前記反射信号検出手段の出力を用いてターゲットまでの距離を算出する距離算出手段を更に備えることを特徴とする付記7記載のパルスレーダ装置。

**【0107】**

（付記9）前記送信パルス作成の基となる信号からパルスを生成し、該パルスのスペクトル範囲を帯域制限して送信パルス生成用変調信号を生成する変調信号生成手段を更に備えることを特徴とする付記7記載のパルスレーダ装置。

**【0108】**

（付記10）パルス信号を送信してターゲットを検出するレーダ装置において、  
送信パルス作成の基となる信号から生成されたパルス信号と、周波数変調された連続波とを用いて、送信パルス信号を出力するパルス送信手段と、  
該送信パルス作成の基となる信号を遅延させて制御パルス信号を生成する制御パルス生成手段と、  
該制御パルス信号を用いて受信信号に対するゲート動作を行なうゲート手段と、  
該制御パルス生成手段による信号遅延量に対応して、前記周波数変調における周波数変調幅、および／または変調の繰返し周波数を制御する変調制御手段とを備えることを特徴とするパルスレーダ装置（5）。

**【0109】**

（付記11）前記ゲート手段の出力を検波する検波手段と、  
前記制御パルス生成手段が前記遅延の量を変化させる時、該検波手段の出力を用いてターゲットまでの距離を算出する距離算出手段とを更に備えることを特徴とする付記10記載のパルスレーダ装置。

**【0110】**

（付記12）前記送信パルス作成の基となる信号から生成されたパルス信号に対して、

該パルス信号のスペクトル範囲を帯域制限して送信パルス生成用変調信号を生成して前記パルス送信手段に与える変調信号生成手段を更に備えることを特徴とする付記10記載のパルスレーダ装置。

【産業上の利用可能性】

【0111】

本発明は、レーダの製造産業は当然のこととして、レーダを使用するあらゆる産業において利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図1】 本発明のパルスレーダ装置の原理構成ブロック図である。

【図2】 A S K方式パルスレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図3】 図2における矩形波発振器の出力を示す図である。

【図4】 パルス生成回路および帯域制限部の出力を示す図である。

【図5】 プログラマブルディレイラインの出力を示す図である。

【図6】 プログラマブルディレイラインの出力がパルス生成回路を通過した後の出力を示す図である。

【図7】 連続波発振器の出力を示す図である。

【図8】 振幅変調器の出力を示す図である。

【図9】 包絡線検波器の出力を示す図である。

【図10】 ゲート回路の動作を説明する図である。

【図11】 ゲート回路の出力が入力されるローパスフィルタの出力を示す図である。

【図12】 I-Q検波器の出力を説明する図である。

【図13】 I-Q検波器の出力に対応する振幅とディレイラインの遅延時間との関係を示す図である。

【図14】 検波器の出力から求められた位相差とディレイラインの遅延時間との関係を示す図である。

【図15】 ゲート回路にリークがある場合の影響を説明する図である。

【図16】 パルスレーダ装置の実施例1の構成を示すブロック図である。

【図17】 実施例1におけるゲート回路のリークの影響を説明する図（その1）である。

【図18】 実施例1におけるゲート回路のリークの影響を説明する図（その2）である。

【図19】 ゲート回路の出力における受信信号とゲート回路のリークが重畳された成分の説明図である。

【図20】 パルスレーダ装置の実施例2の構成を示すブロック図である。

【図21】 パルスレーダ装置の実施例3の構成を示すブロック図である。

【図22】 図2のパルスレーダ装置におけるI-Q検波の動作の説明図である。

【図23】 実施例2におけるI-Q検波の動作の説明図である。

【図24】 実施例3におけるI-Q検波の動作の説明図である。

【図25】 F M変調方式A S Kパルスレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図26】 周波数変調方式の説明図である。

【図27】 ビート信号の周波数の説明図である。

【図28】 図25のパルスレーダ装置における検波作用の説明図である。

【図29】 図25のパルスレーダ装置における問題点を説明する図である。

【図30】 パルスレーダ装置の実施例4の構成を示すブロック図である。

【図31】 ターゲットまでの距離とビート周波数との関係を示す図である。

【図32】 実施例4におけるI成分出力波形の説明図である。

【図33】 従来技術におけるノイズの影響を説明する図（その1）である。

【図34】 従来技術におけるノイズの影響を説明する図（その2）である。

【符号の説明】

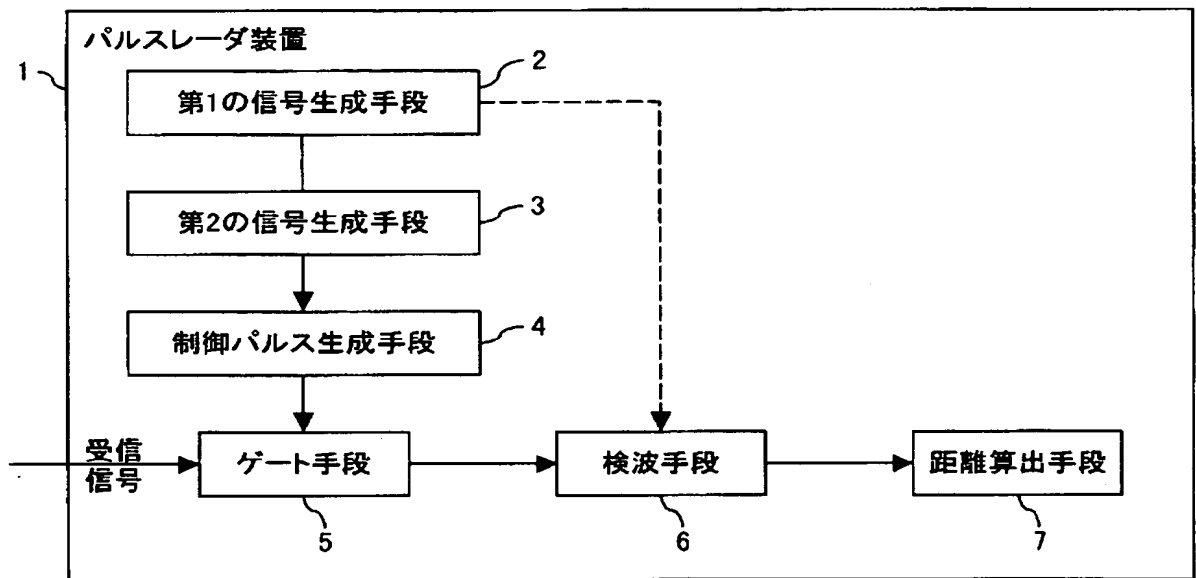
## 【0113】

- 1       パルスレーダ装置
- 2       第1の信号生成手段
- 3       第2の信号生成手段
- 4       制御パルス生成手段
- 5       ゲート手段
- 6       検波手段
- 7       距離算出手段
- 11      矩形波発振器
- 12      パルス生成回路および帯域制限部
- 13      プログラマブルディレイライン
- 14      パルス生成回路
- 15      連続波発振器
- 16      振幅変調器
- 17      送信アンテナ
- 18      受信アンテナ
- 19      包絡線検波器
- 21      ゲート回路
- 22, 24, 25, 26      ローパスフィルタ
- 23      I-Q検波器
- 27      A/D変換器およびマイコン
- 30      分周器
- 31, 32      ローパスフィルタ
- 33      ミキサ
- 36      プログラマブルディレイライン
- 37      三角波発生器
- 38      ミキサ

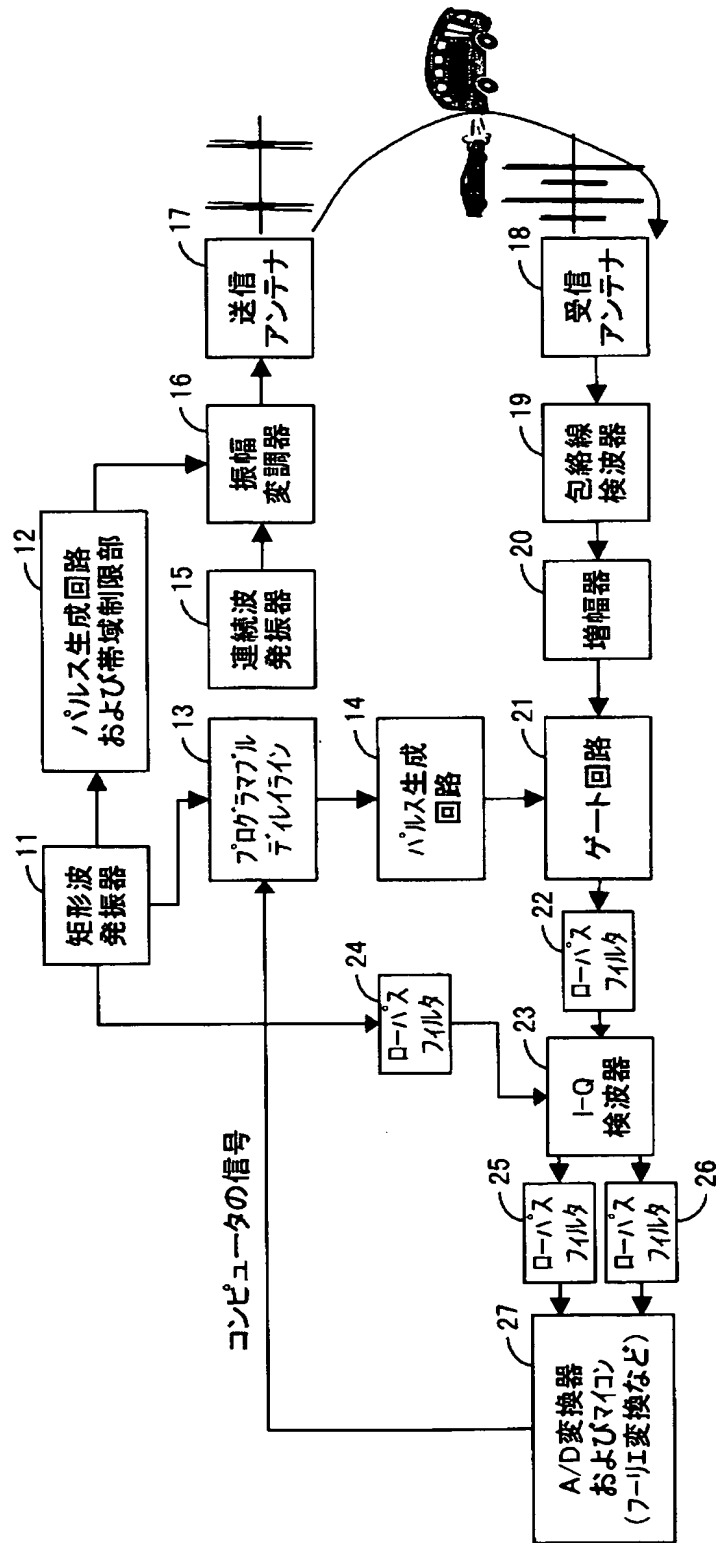
【書類名】 図面

【図 1】

# 本発明のパルスレーダ装置の 原理構成ブロック図

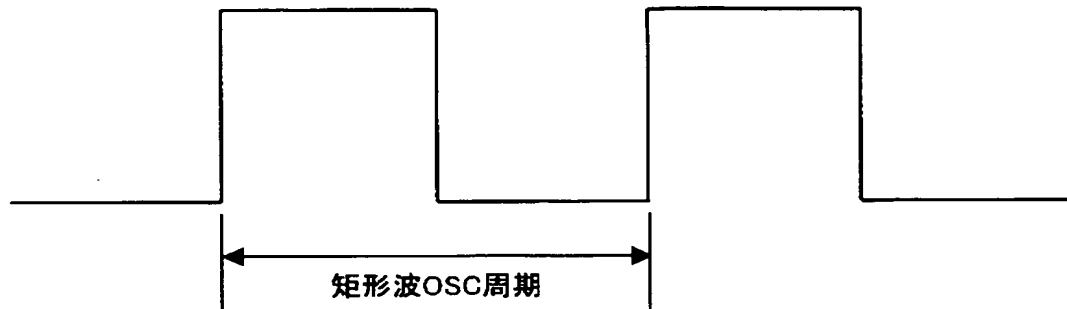


【図 2】

ASK方式パルスレーダ装置の  
構成を示すブロック図

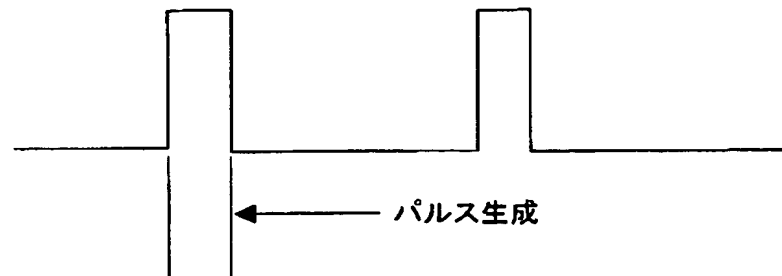
【図 3】

図2における矩形波発振器の出力を示す図

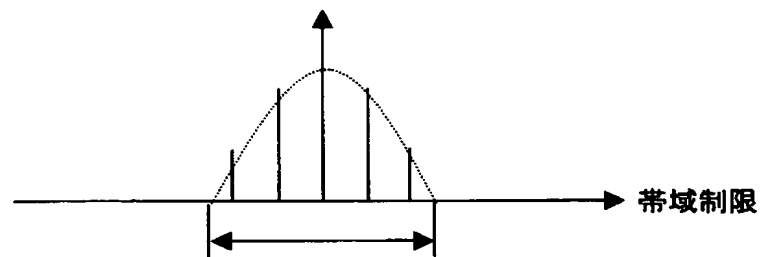
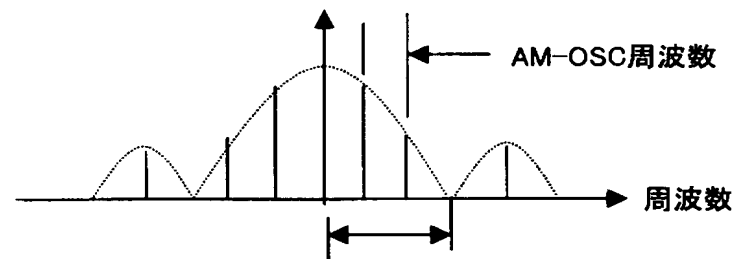


【図 4】

## パルス生成回路および帯域制限部の出力を示す図



(a)

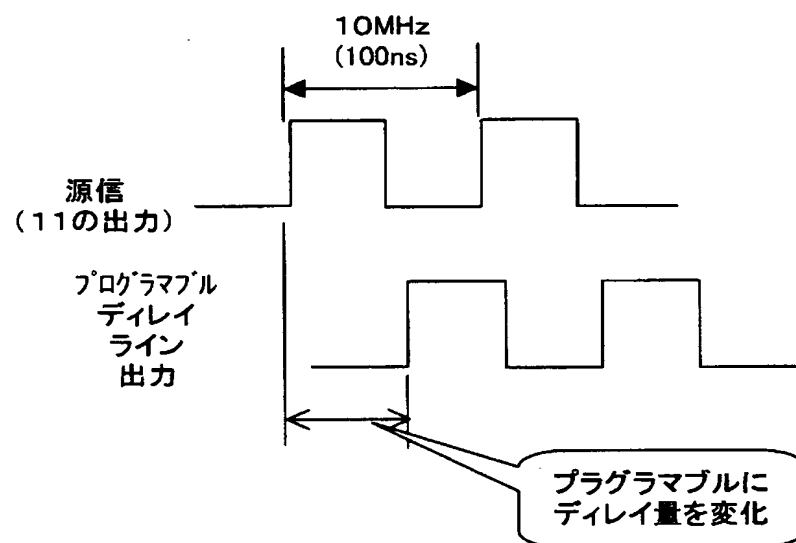


(b)



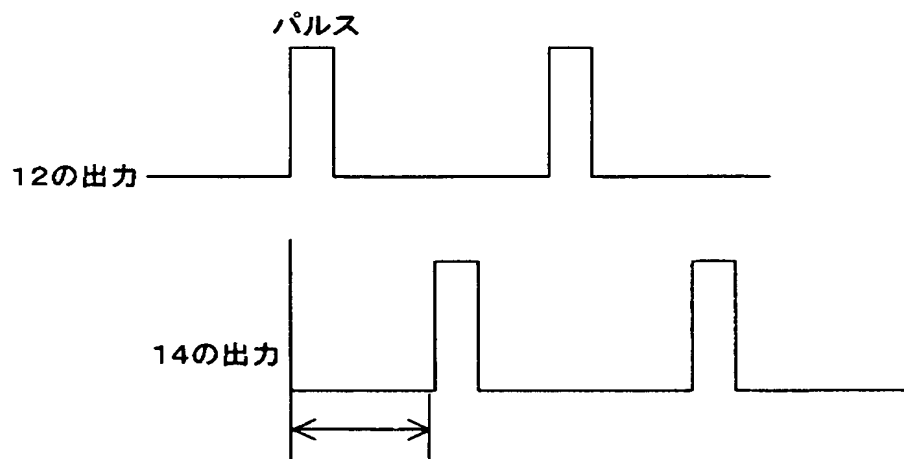
【図 5】

## プログラマブルディレイラインの出力を示す図



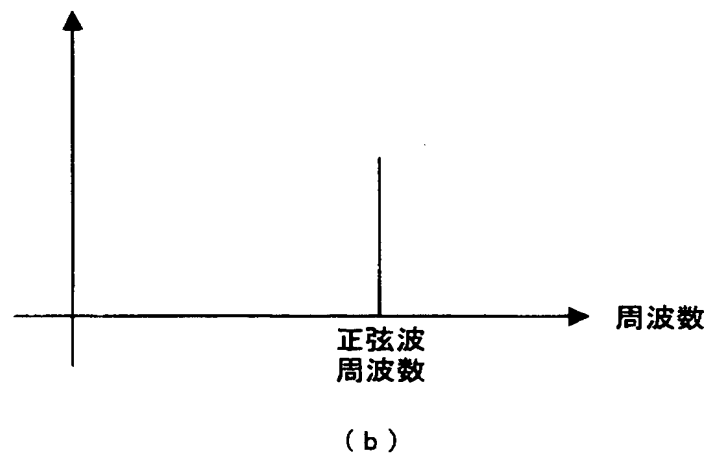
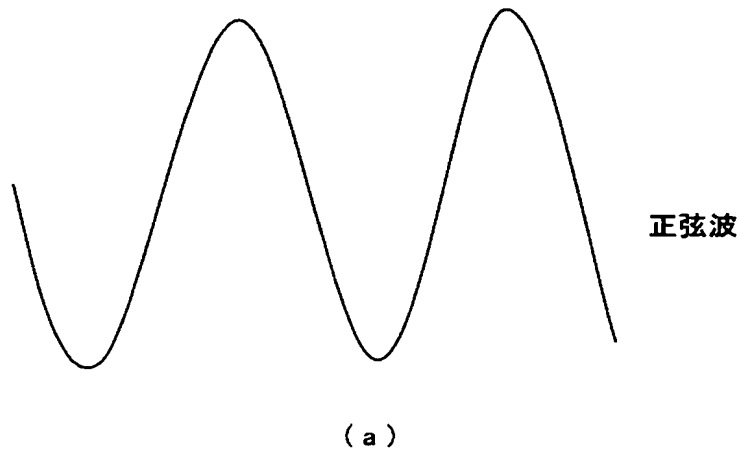
【図 6】

プログラマブルディレイラインの出力が  
パルス生成回路を通過した後の出力を示す図



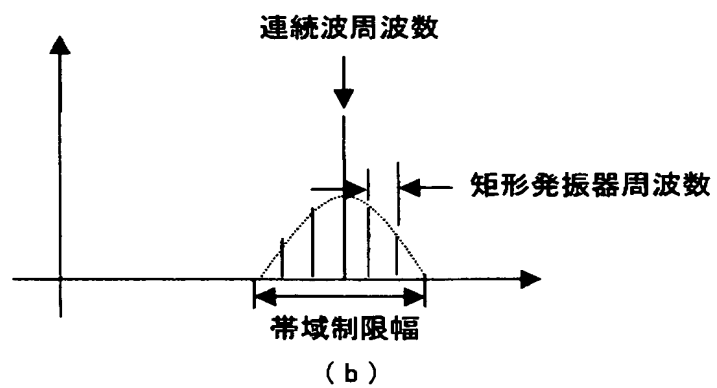
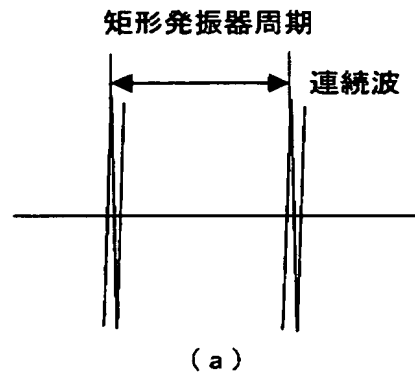
【図 7】

# 連続波発振器の出力を示す図



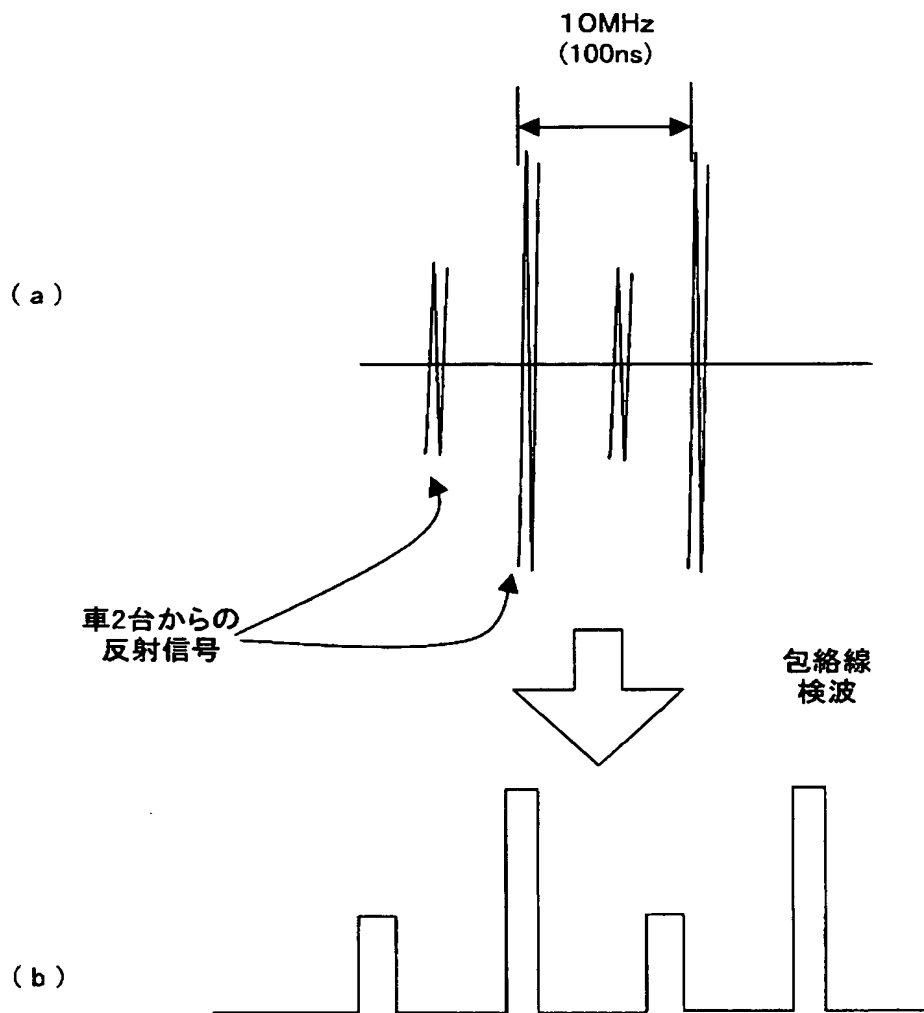
【図 8】

## 振幅変調器の出力を示す図



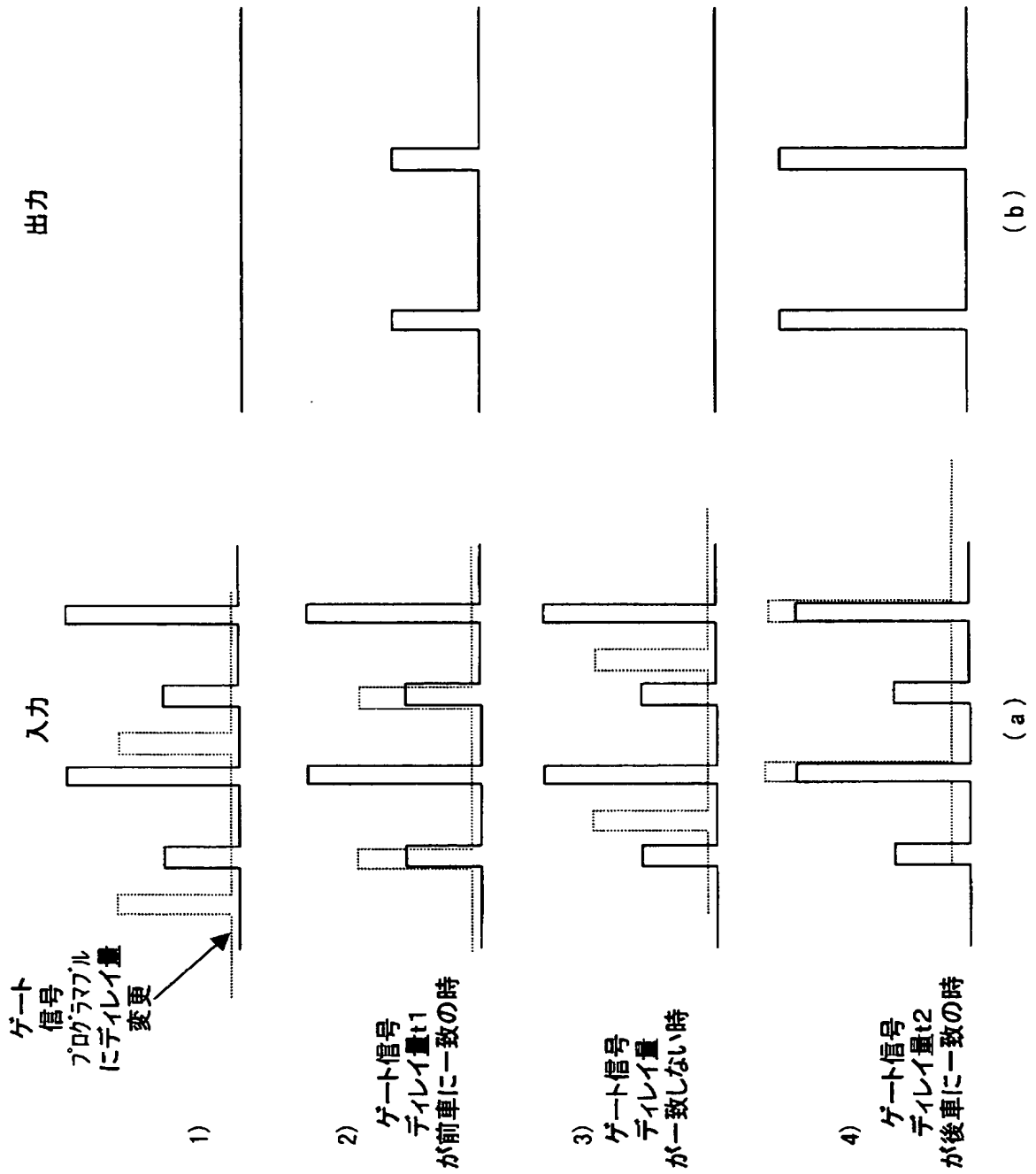
【図 9】

# 包絡線検波器の出力を示す図



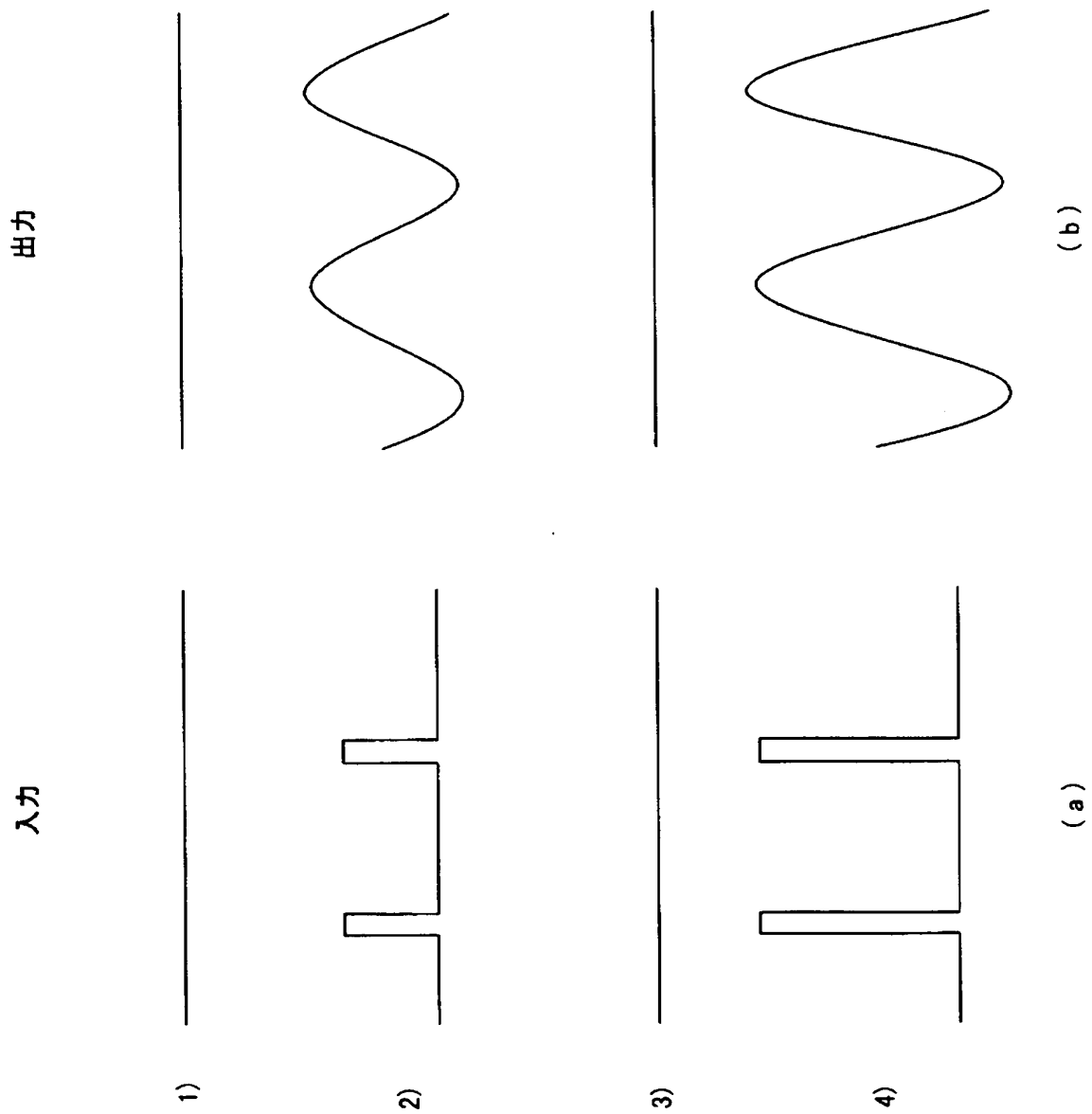
【図 10】

# ゲート回路の動作を説明する図



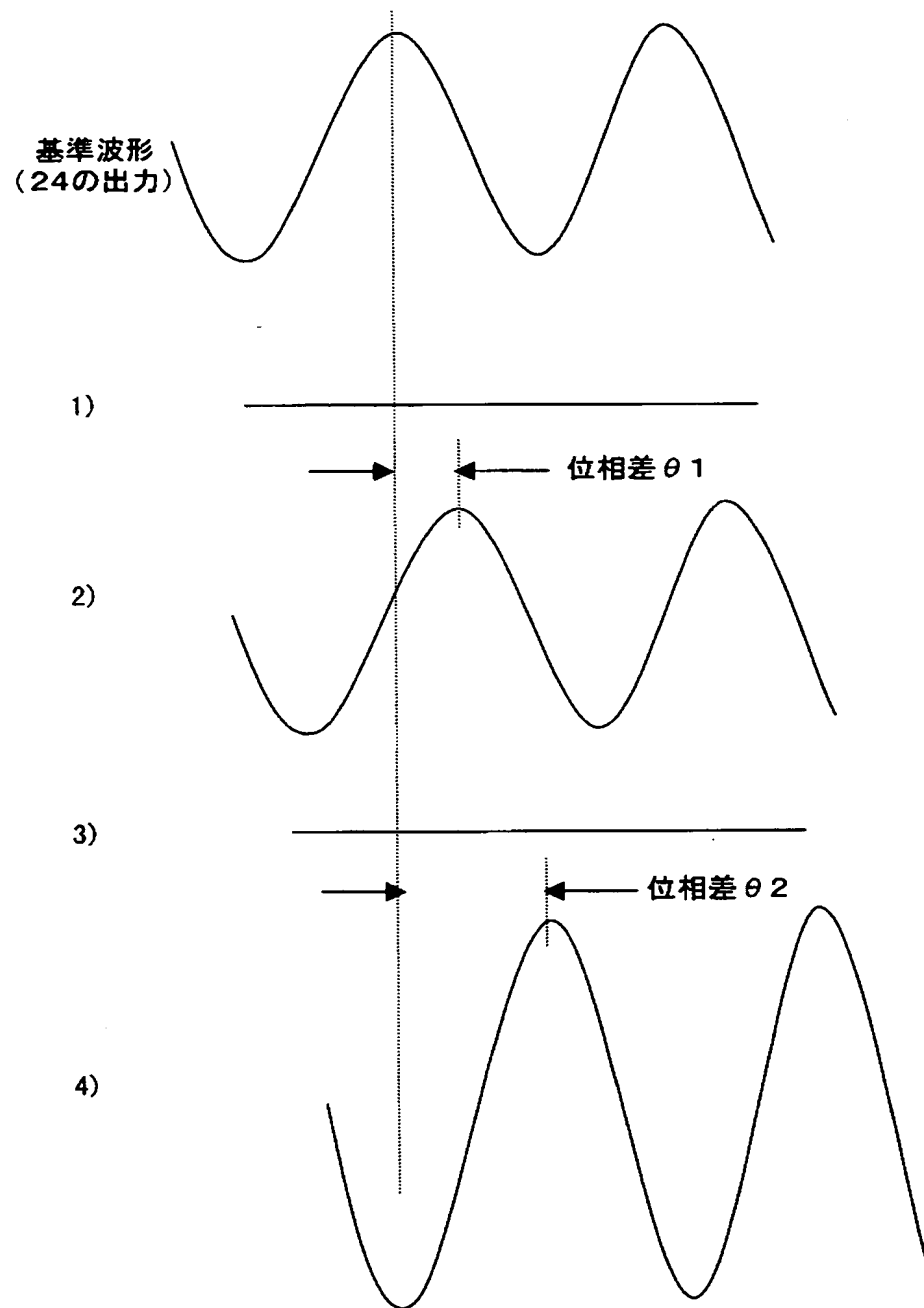
【図 11】

ゲート回路の出力が入力される  
ローパスフィルタの出力を示す図



【図 12】

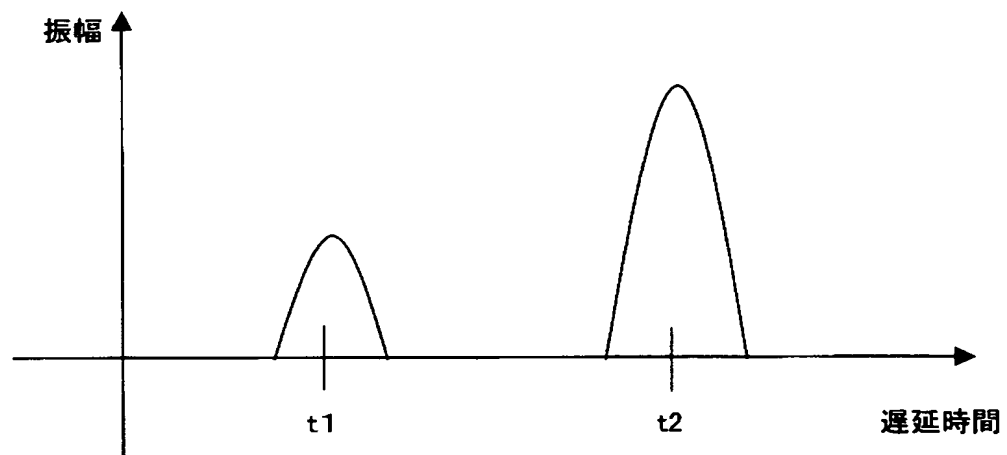
## I-Q検波器の出力を説明する図





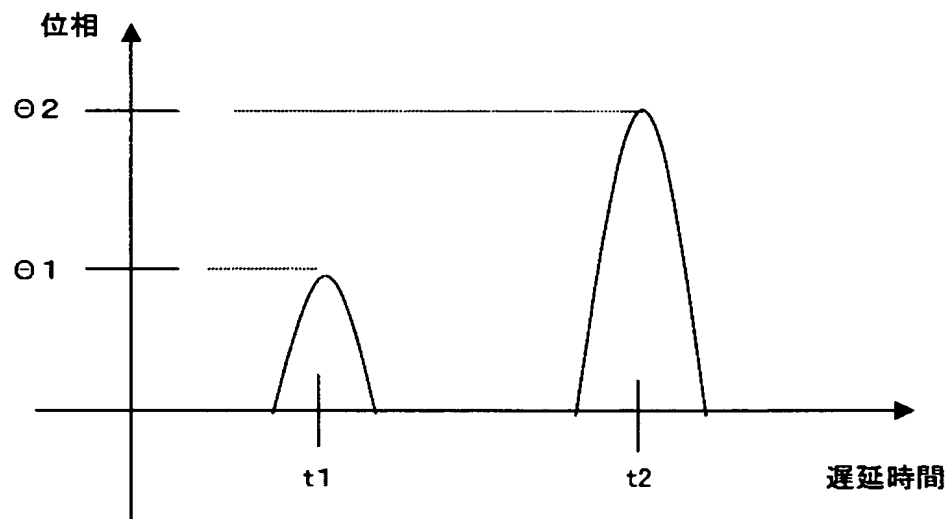
【図 13】

I-Q検波器の出力に対応する振幅と  
ディレイラインの遅延時間との関係を示す図



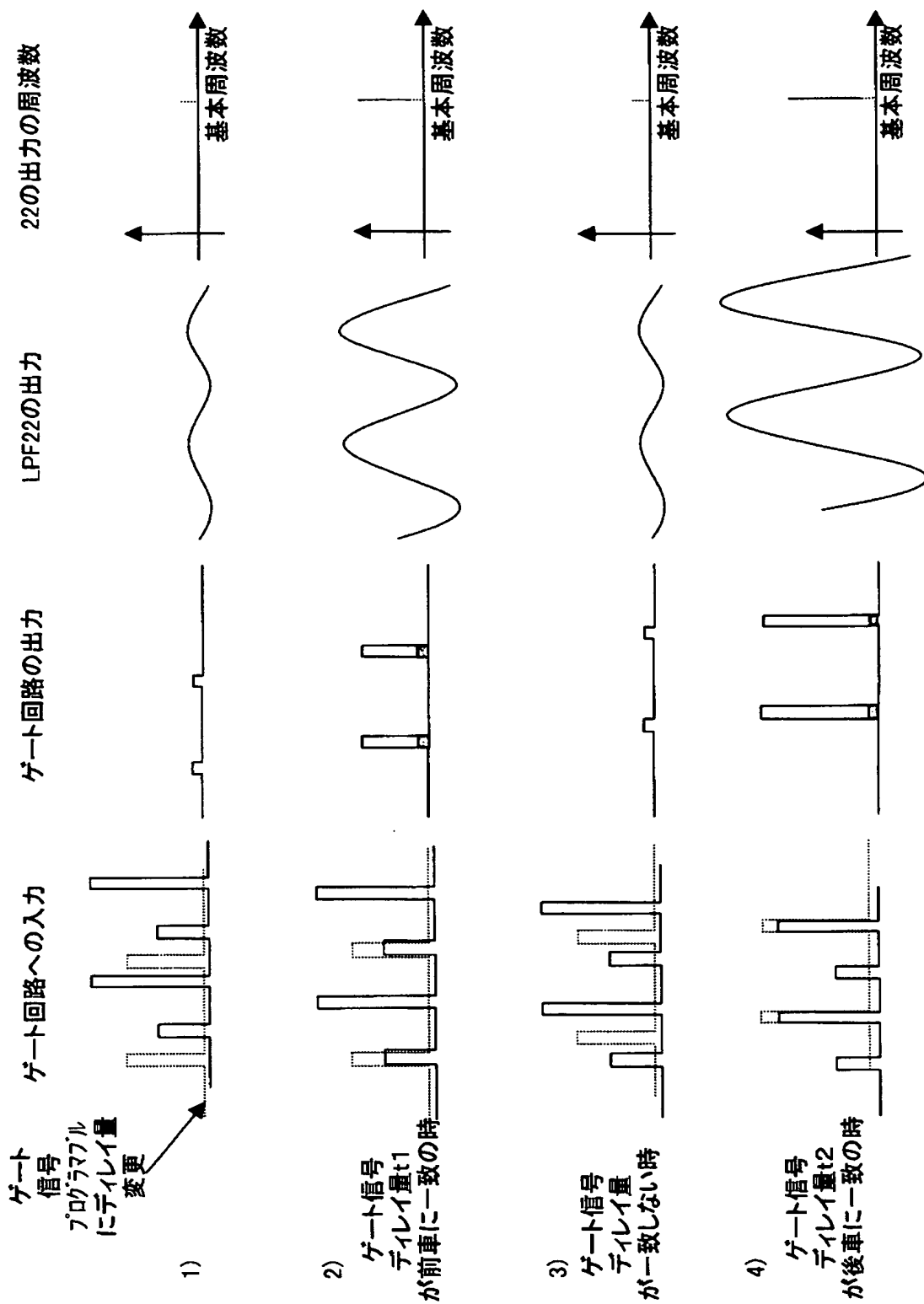
【図 14】

検波器の出力から求められた位相差と  
ディレイラインの遅延時間との関係を示す図



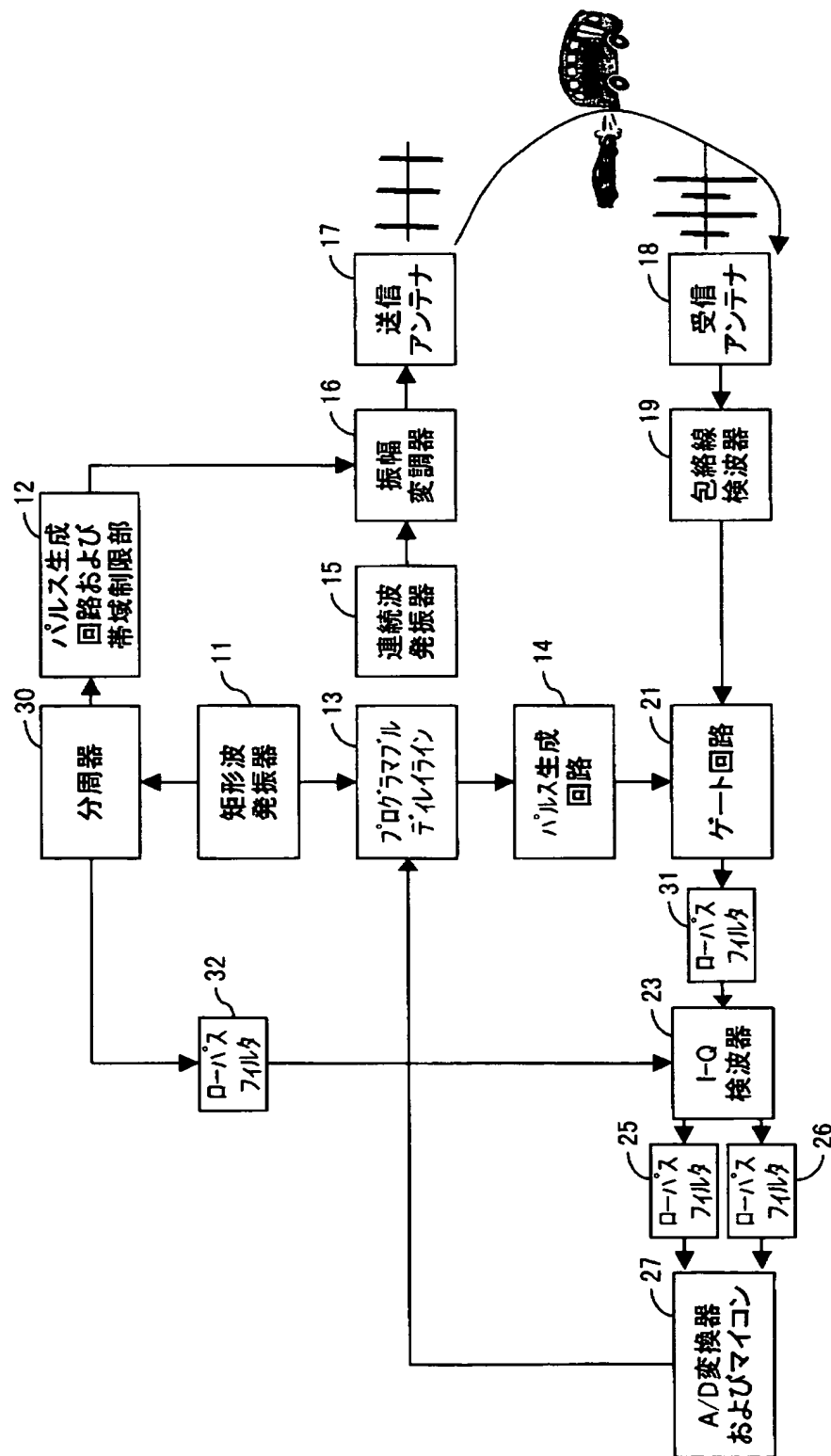
【図 15】

ゲート回路にリークがある場合の影響を説明する図



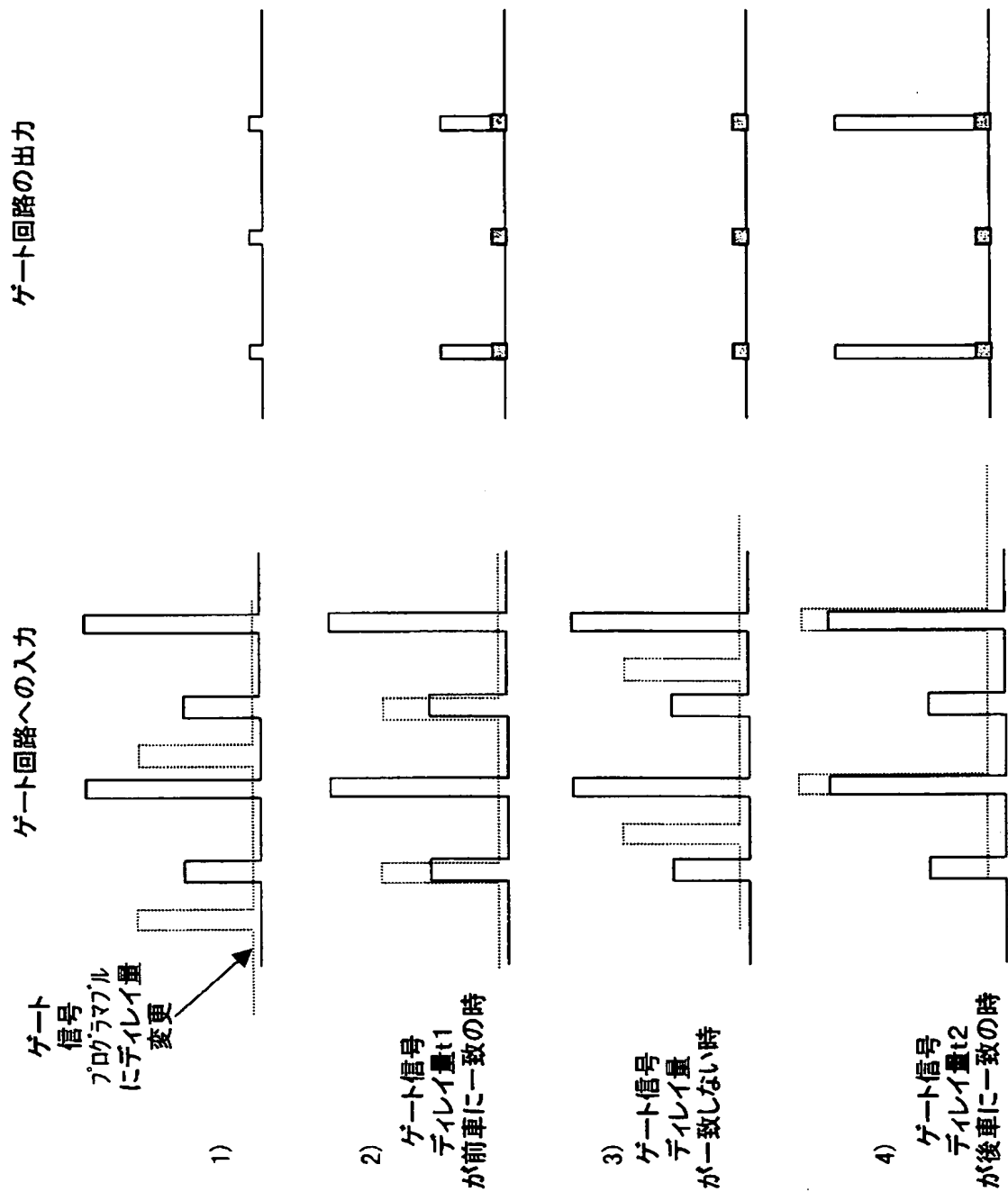
【図16】

## パルスレーダ装置の実施例1の構成を示すブロック図



【図 17】

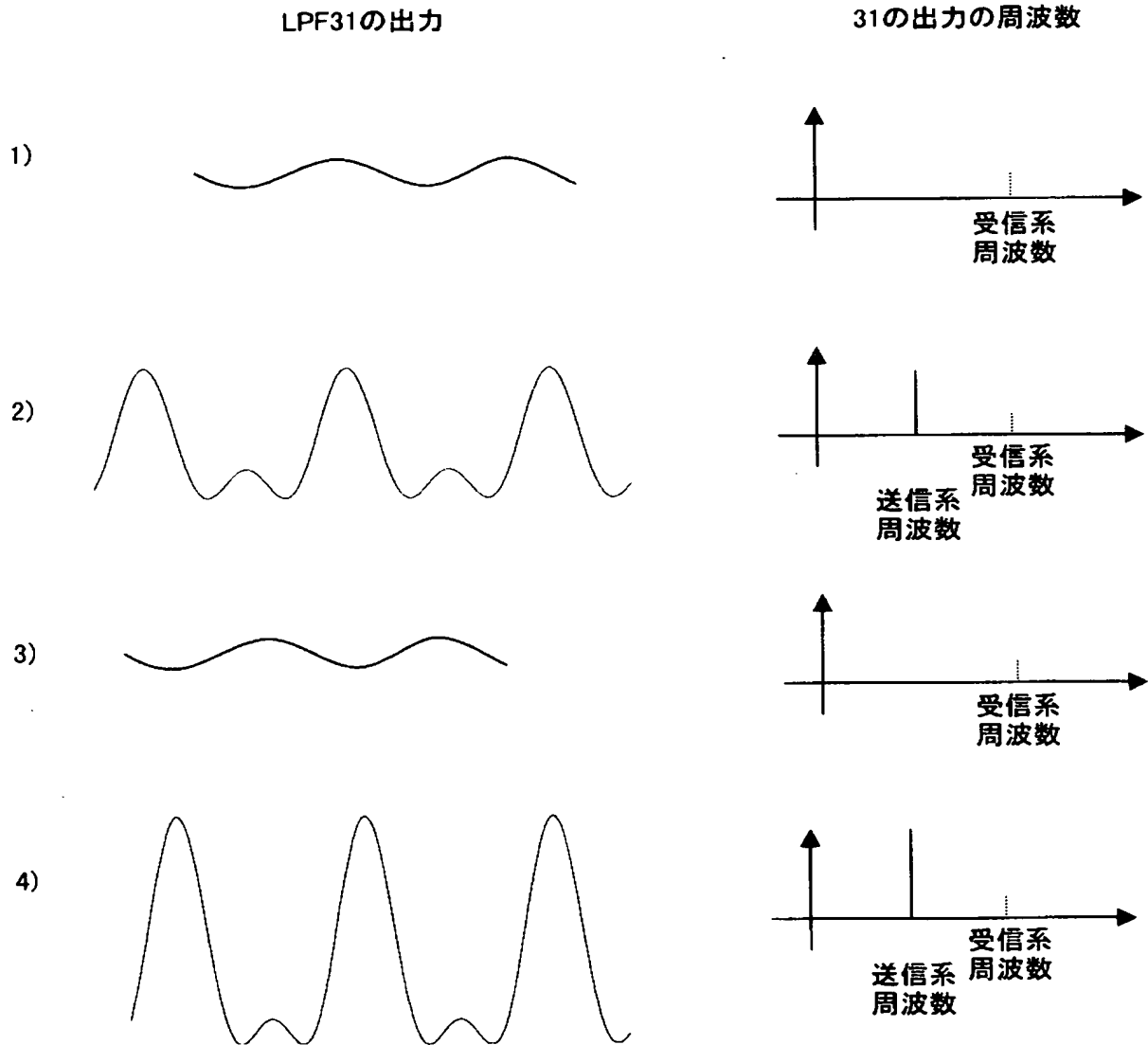
# 実施例1におけるゲート回路の リークの影響を説明する図(その1)





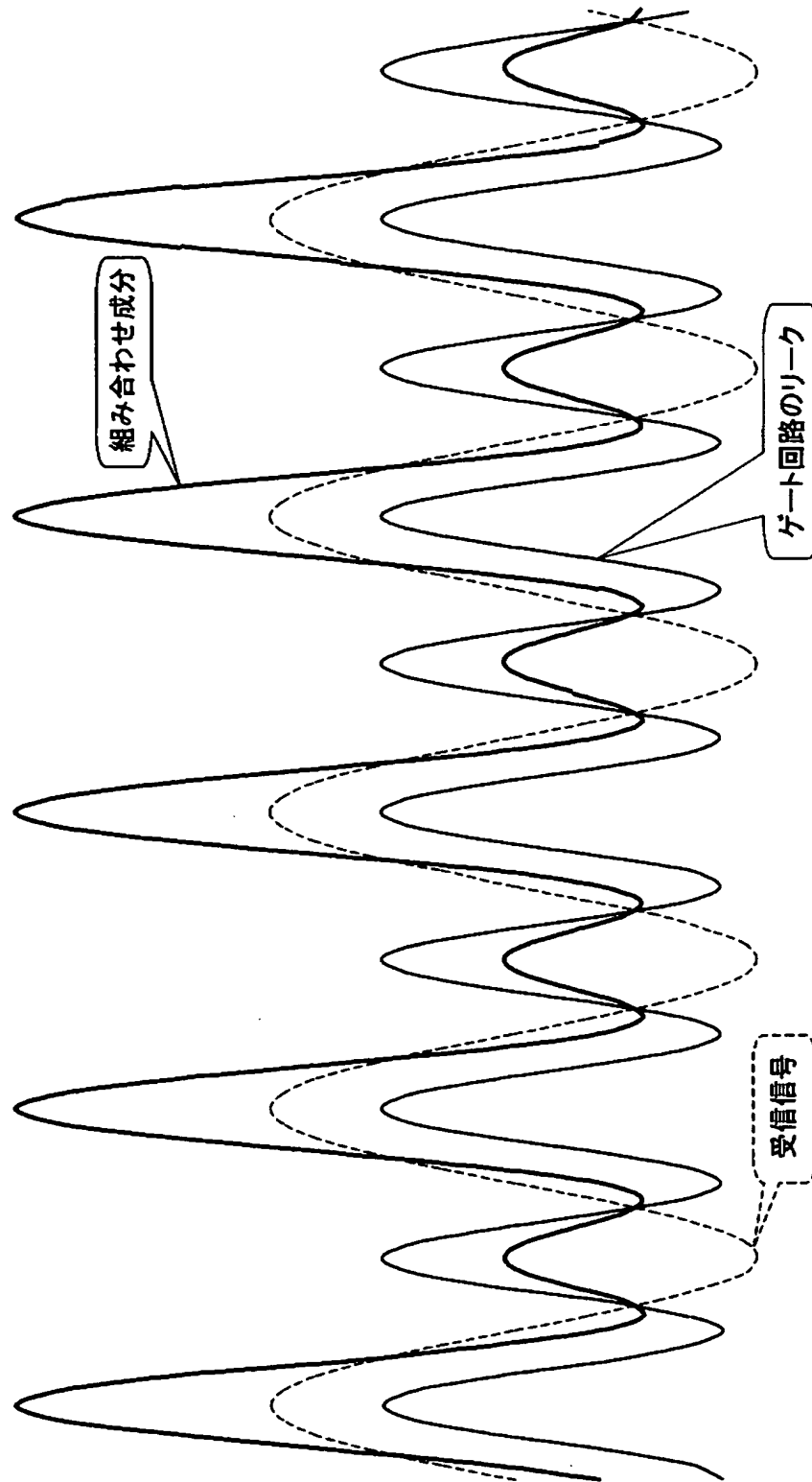
【図 18】

# 実施例1におけるゲート回路の リークの影響を説明する図(その2)



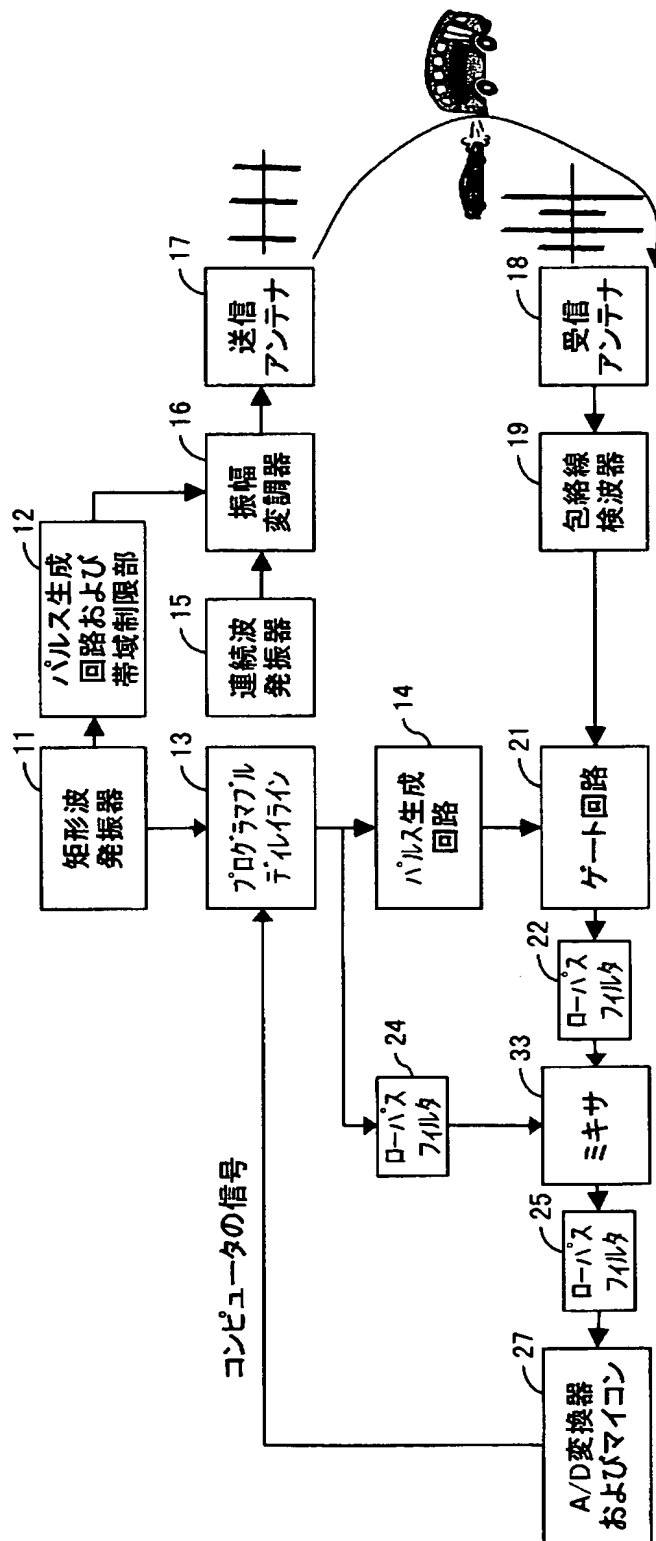
【図 19】

ゲート回路の出力における受信信号と  
ゲート回路のリークが重畳された成分の説明図



【図 20】

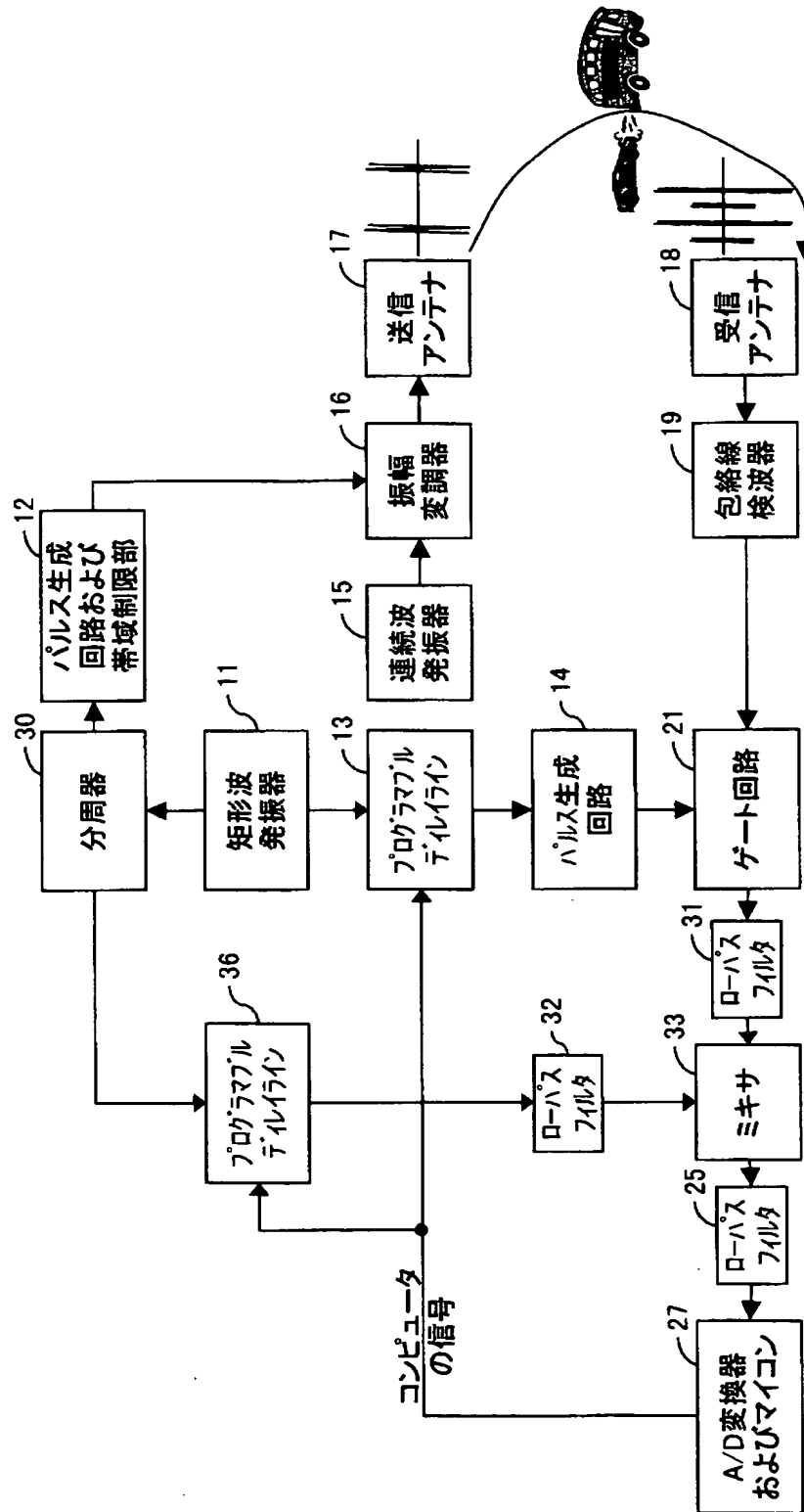
## パルスレーダ装置の実施例2の構成を示すブロック図





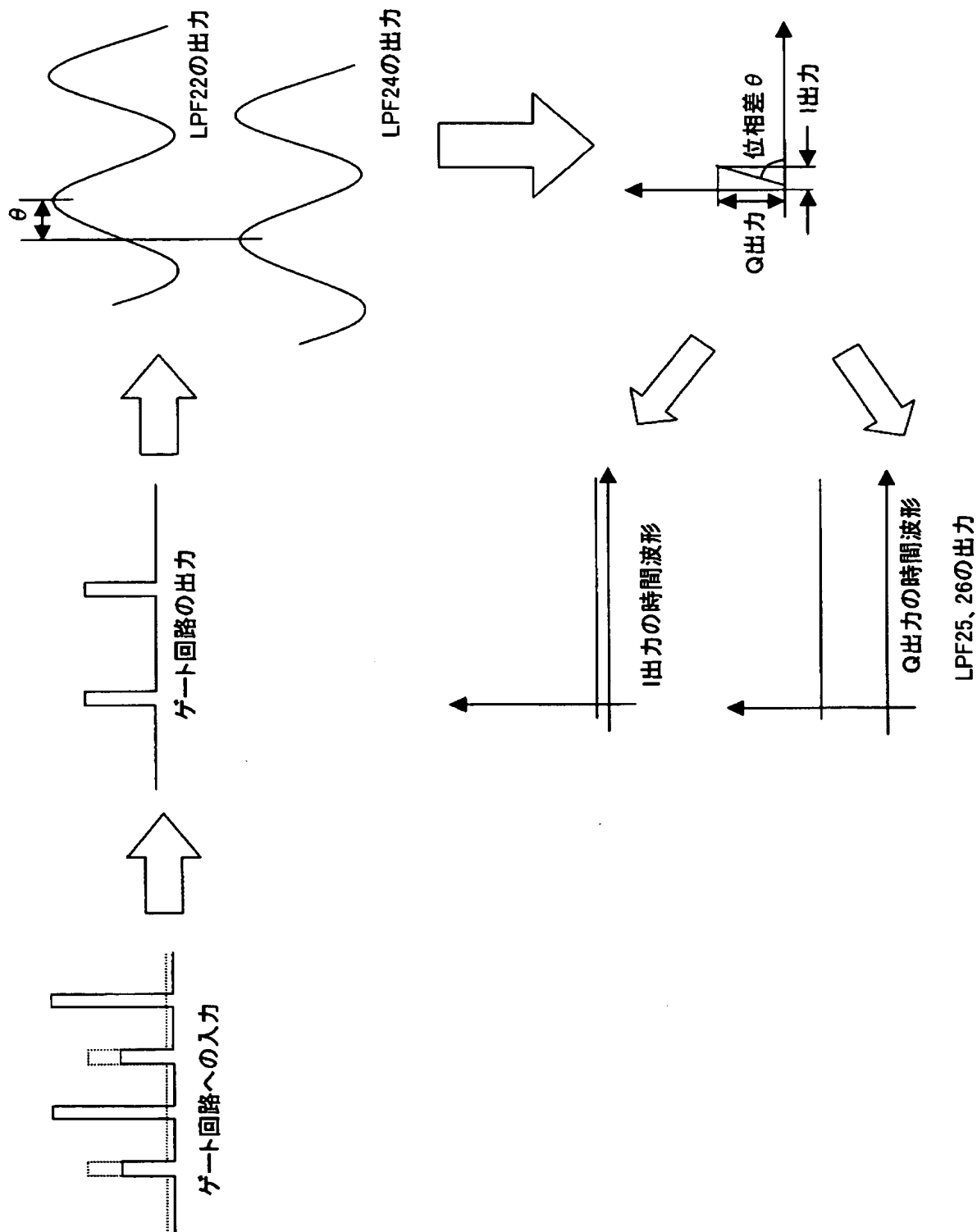
【図 21】

## パルスレーダ装置の実施例3の構成を示すブロック図



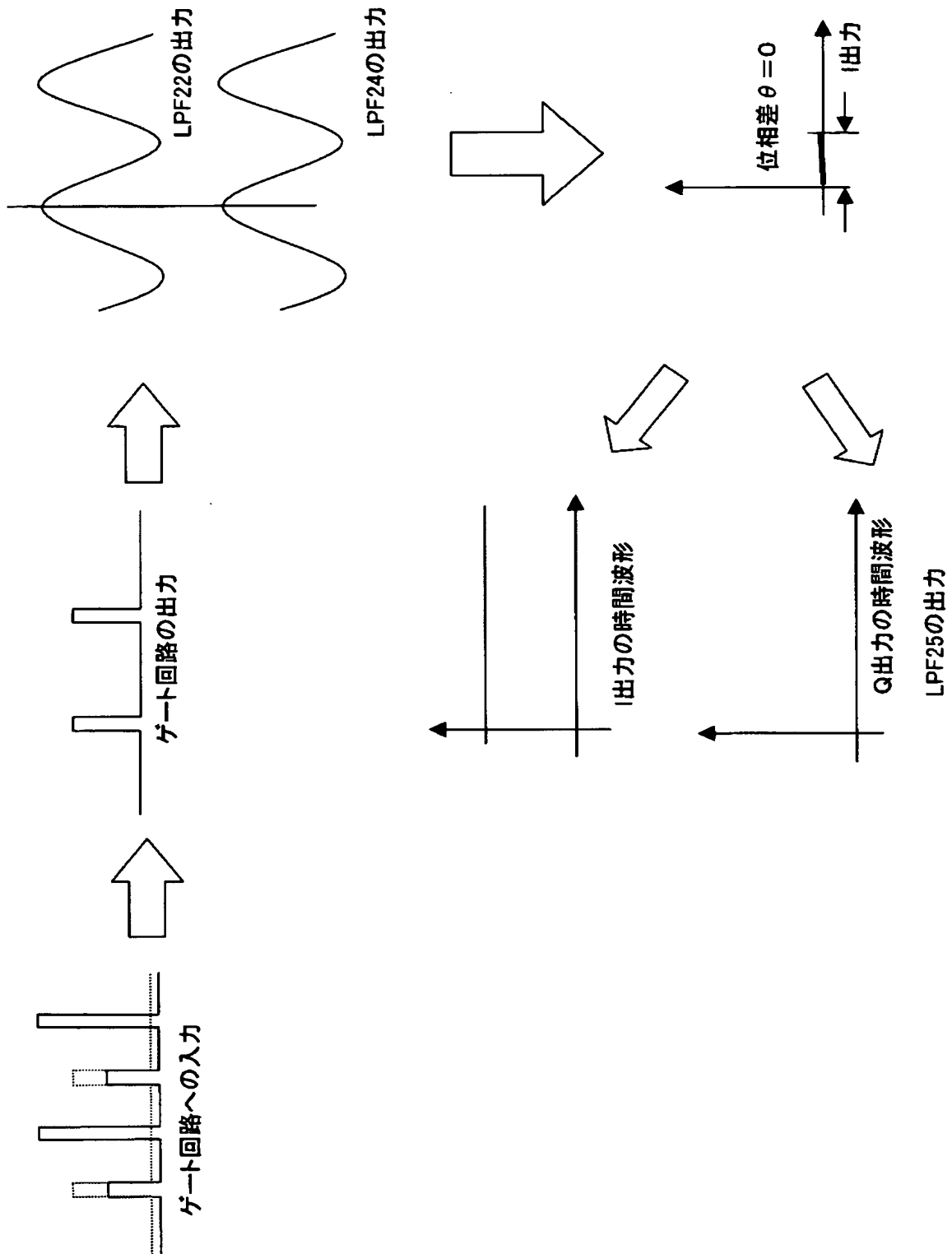
【図 22】

# 図2のパルスレーダ装置における I-Q検波の動作の説明図



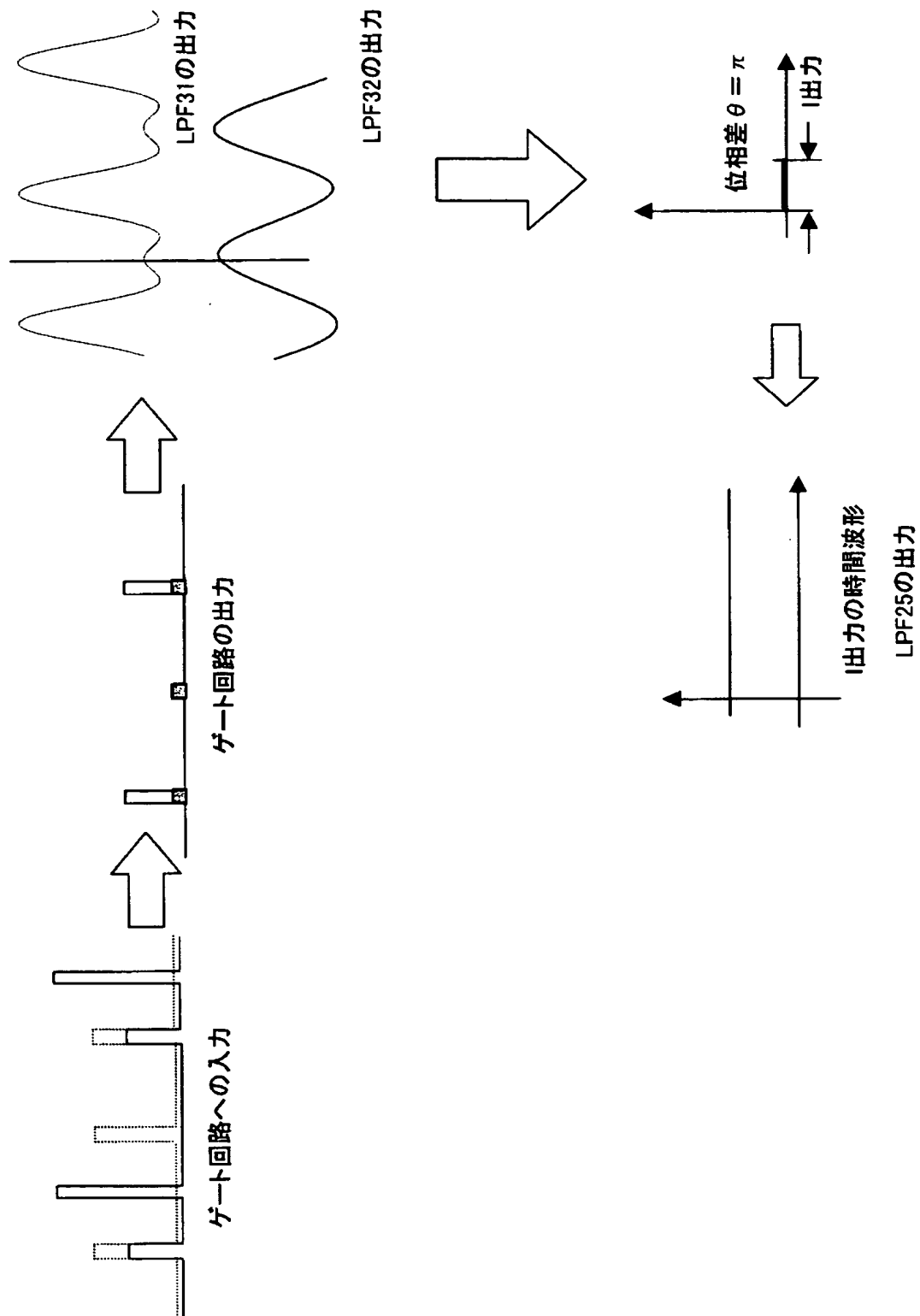
【図 23】

# 実施例2におけるI-Q検波の動作の説明図



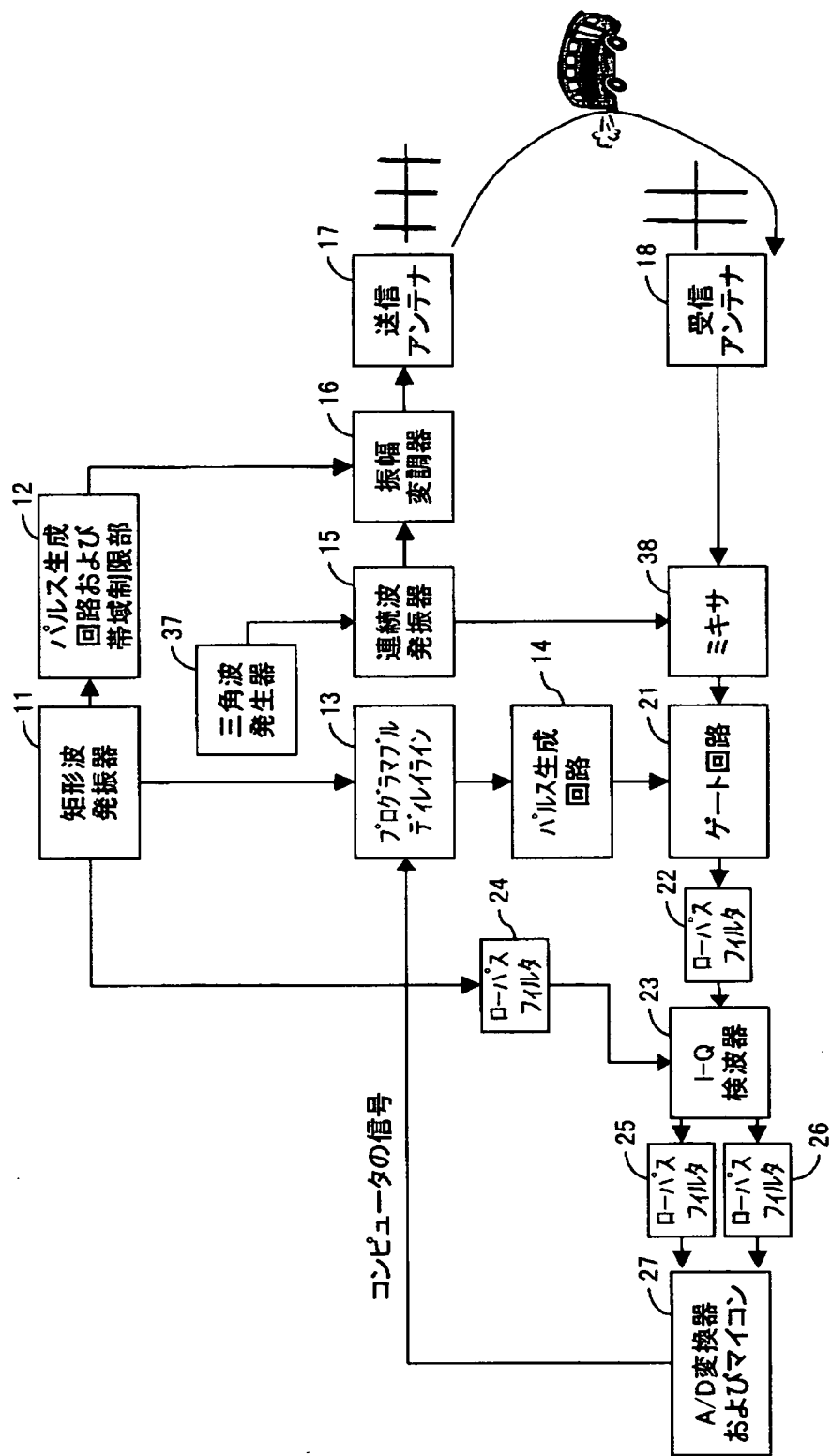
【図 24】

# 実施例3におけるI-Q検波の動作の説明図



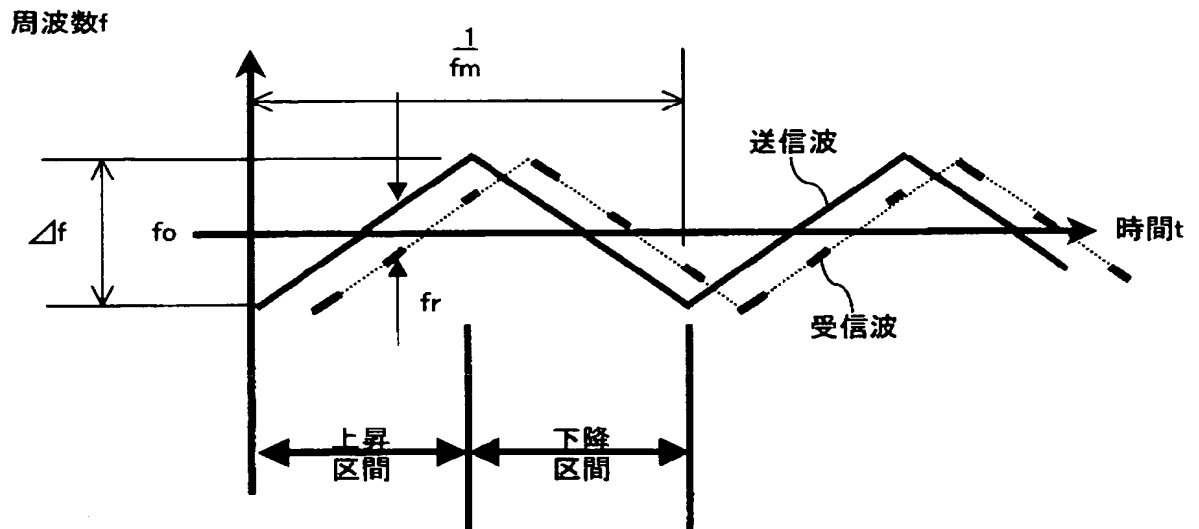
【図 25】

# FM変調方式ASKパルスレーダ装置の構成を示すブロック図



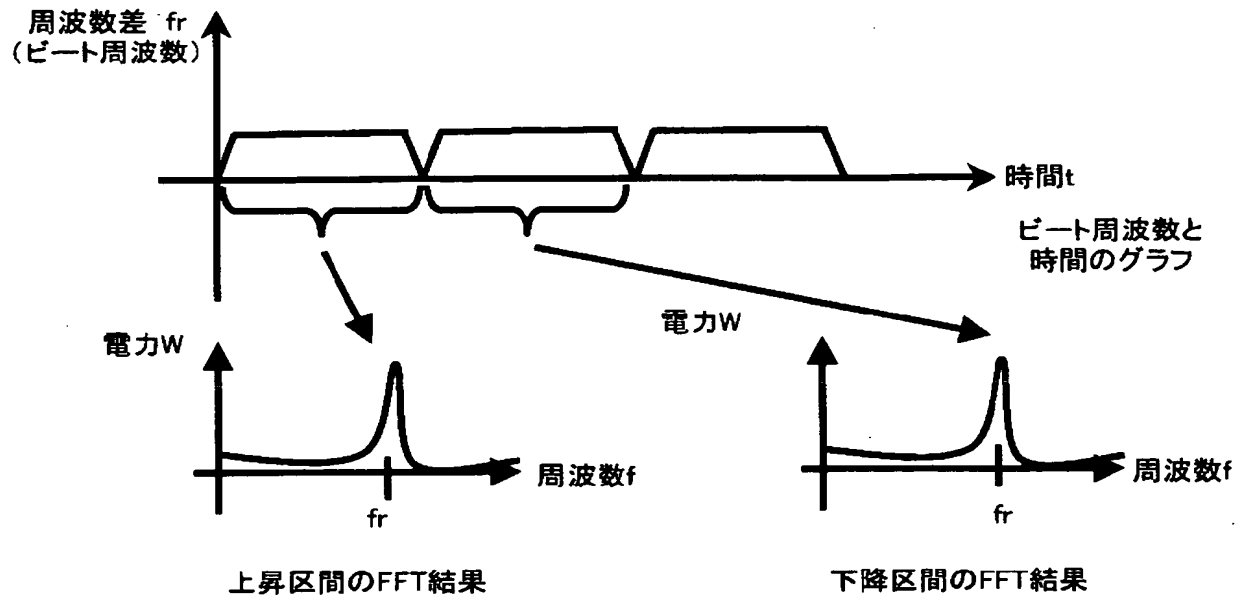
【図 26】

## 周波数変調方式の説明図



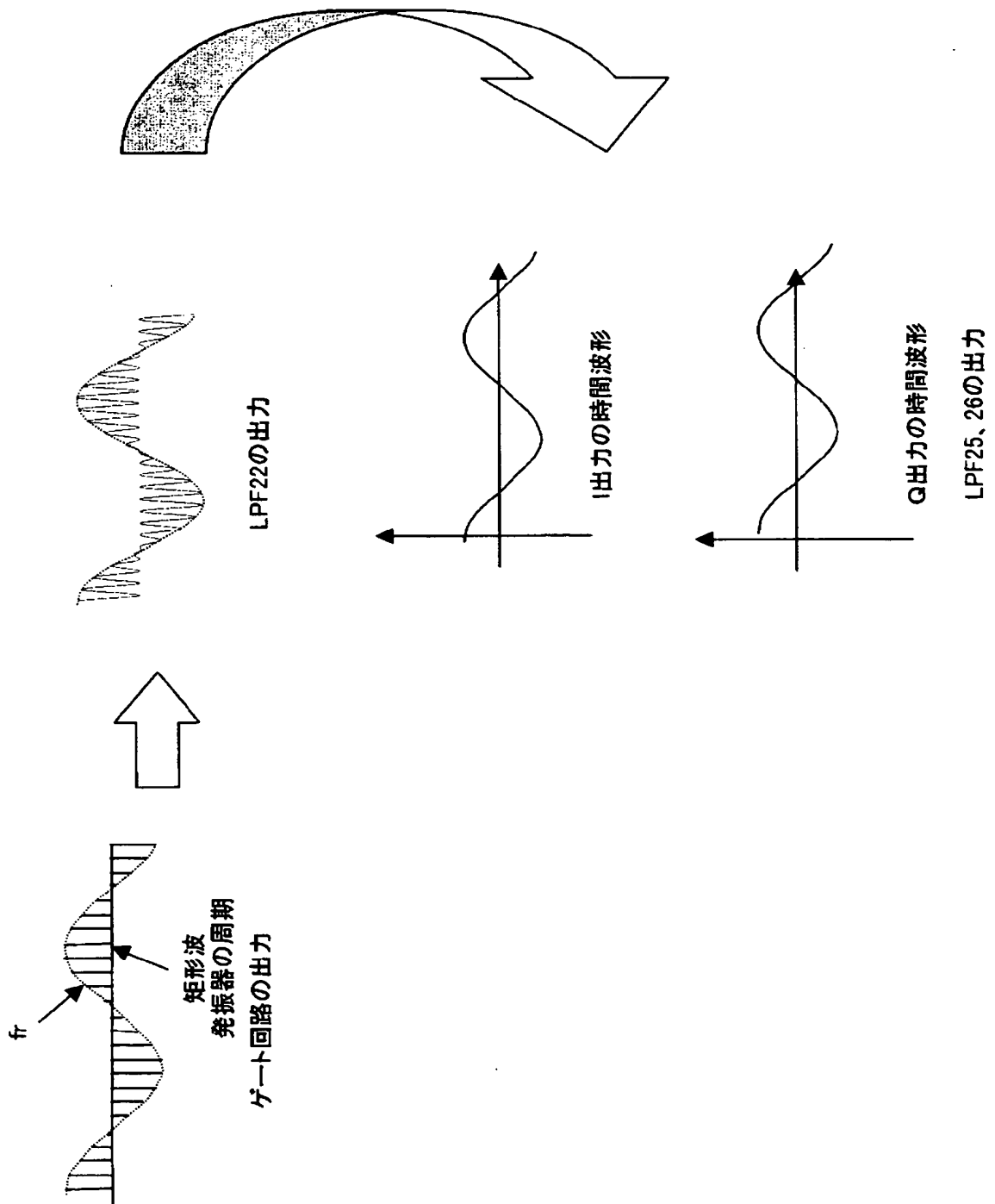
【図 27】

# ビート信号の周波数の説明図



【図 28】

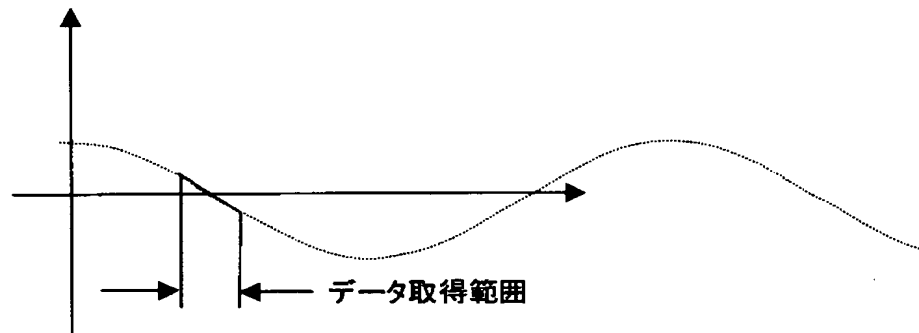
図25のパルスレーダ装置における検波作用の説明図



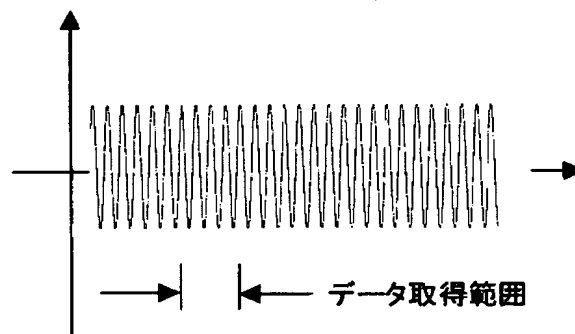


【図 29】

## 図25のパルスレーダ装置における問題点を説明する図



ビート周波数が低い場合(近距離)

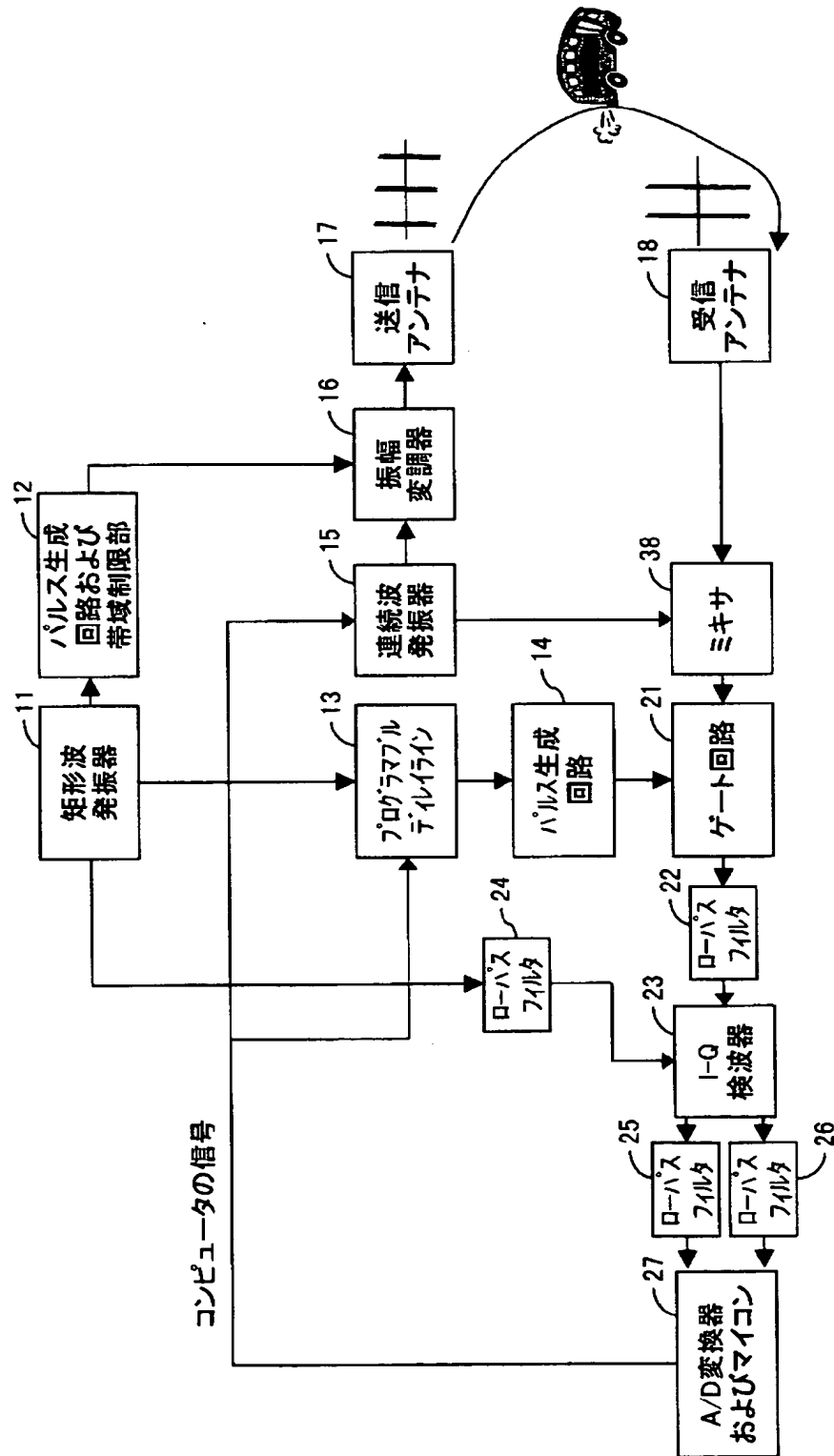


ビート周波数が高い場合(遠距離)

I出力の時間波形(LPF25の出力)

【図 30】

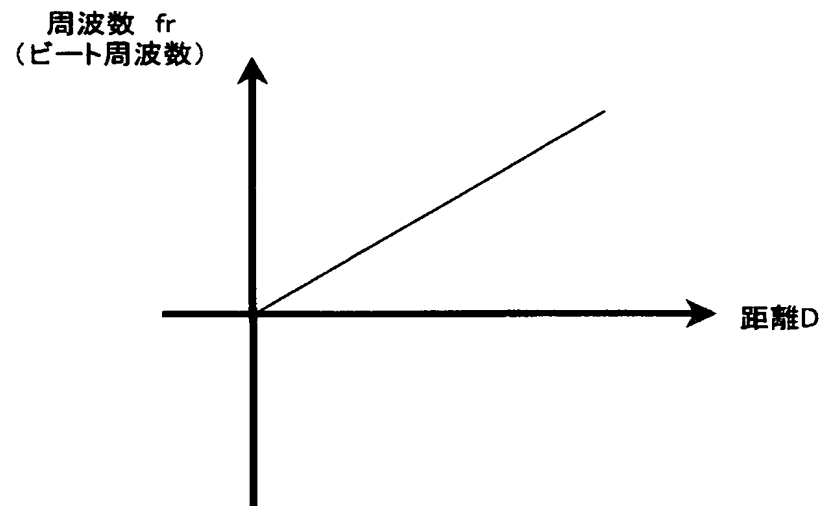
## パルスレーダ装置の実施例4の構成を示すブロック図





【図 3 1】

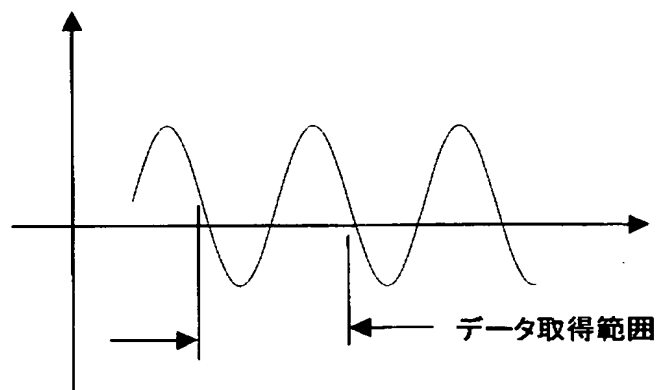
# ターゲットまでの距離と ビート周波数との関係を示す図



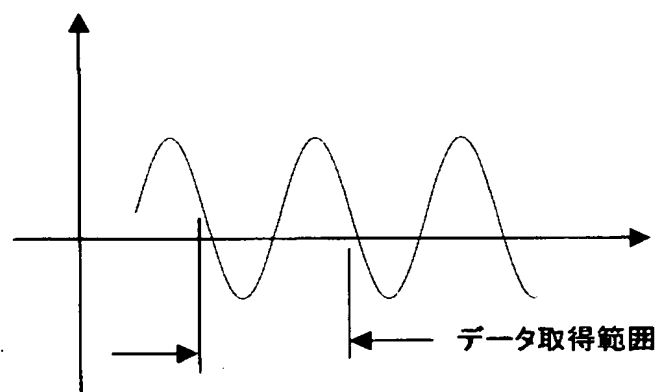


【図 3 2】

## 実施例4におけるI成分出力波形の説明図



近距離

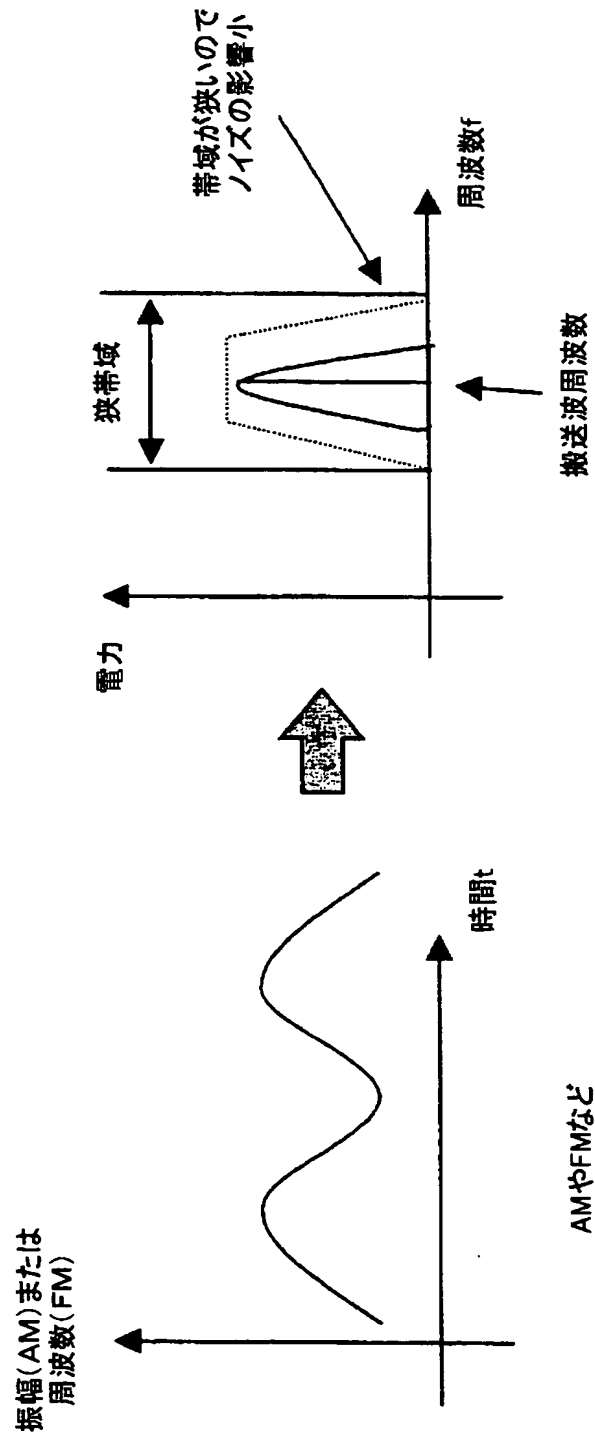


遠距離

I出力の時間波形(LPF25の出力)

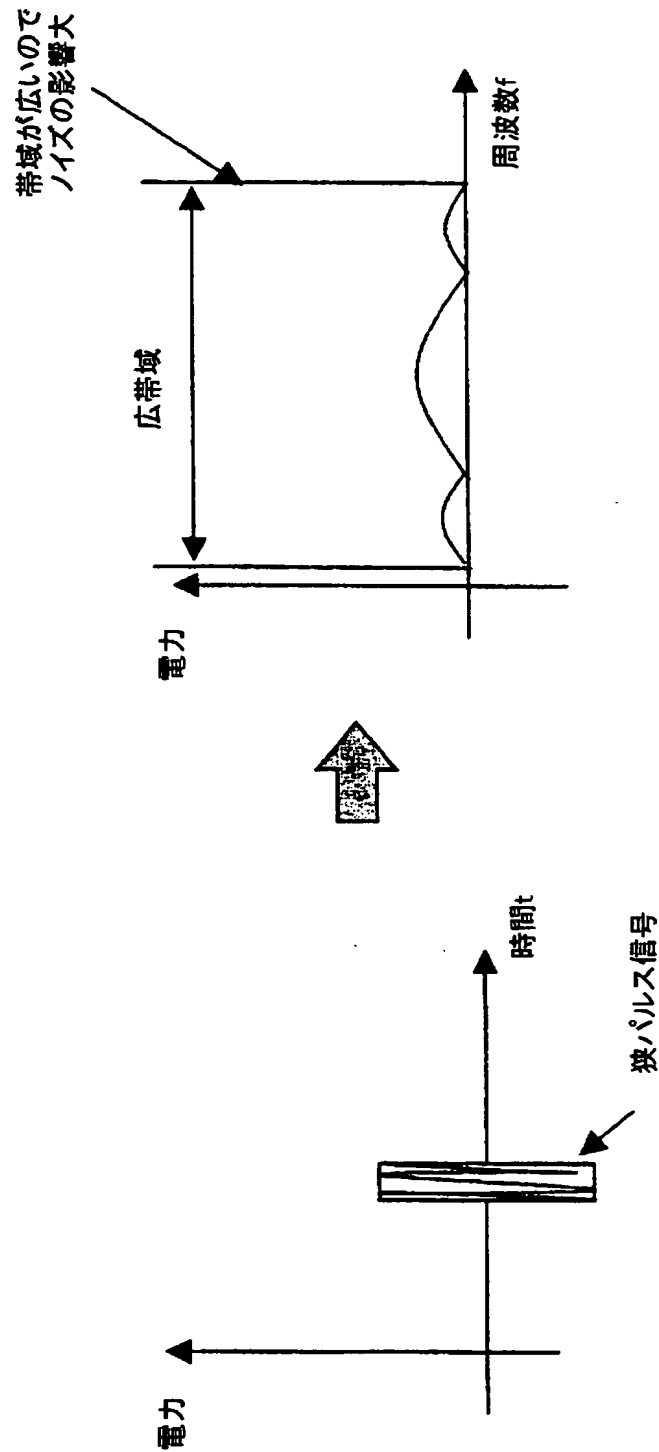
【図 33】

## 従来技術におけるノイズの影響を説明する図(その1)



【図 34】

従来技術におけるノイズの影響を説明する図(その2)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 近距離検知限界が短く、距離分解能が高く、反射信号検出用回路から発生するノイズの影響を受けない装置を提供する。

【解決手段】 送信パルス作成の基となる第1の信号を生成する手段2と、第1の信号の周波数と倍数、または約数の関係にある周波数を持ち、位相が0の時点が間欠的に一致する第2の信号を生成する手段3と、第2の信号を遅延させて制御パルス信号を生成する手段4と、制御パルス信号を用いて受信信号に対するゲート動作を行う手段5とを備える。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 3 5 1 2 8 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社